

Stanje i razvitak cestovnih vozila u javnom teretnom prometu

Tadić, Mato

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:774991>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-09**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mato Tadić

**STANJE I RAZVITAK CESTOVNIH VOZILA U
JAVNOM TERETNOM PROMETU**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

**STANJE I RAZVITAK CESTOVNIH VOZILA U JAVNOM
TERETNOM PROMETU**

**CONDITION AND DEVELOPMENT OF ROAD VEHICLES IN
PUBLIC FREIGHT TRANSPORT**

Mentor: prof. dr. sc. Marijan Rajsman

Student: Mato Tadić

JMBAG: 0035206290

Zagreb, 30. siječnja 2024.

Zavod: **Zavod za prometno-tehnička vještačenja**
Predmet: **Prijevozna sredstva**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7403

Pristupnik: **Mato Tadić (0035206290)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Stanje i razvitak cestovnih vozila u javnom teretnom prometu**

Opis zadatka:

U uvodu konstatirati problematiku, cilj i svrhu istraživanja te opisati strukturu rada. Opisati dosadašnji razvoj povezan s temom završnog rada. Opisati osnovne eksploatacijsko tehničke značajke motornih i priključnih vozila u cestovnom teretnom prometu. Analizirati dosadašnji razvoj i trendove razvitka cestovnih teretnih vozila uz korištenje tabličnih i grafičkih prikaza usporediti njihove značajke, primjerice prema vrsti pogona, nosivosti, snazi motora, potrošnji goriva ili energije, vrsti nadgradnje posebice za motorna i priključna vozila. Zaključno definirati stanje i trendove razvitka cestovnih vozila u javnom teretnom prometu.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

prof. dr. sc. Marijan Rajsman

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. EKSPLOATACIJSKO TEHNIČKE ZNAČAJKE VOZILA U JAVNOM CESTOVNOM TERETNOM PROMETU | 2 |
| 2.1. Povijest razvoja teretnih vozila | 2 |
| 2.2. Eksploatacijski pokazatelji teretnih vozila..... | 3 |
| 2.2.1. Specifična snaga i kompaktnost transportnih sredstava | 6 |
| 2.2.2. Odnos vlastite mase i korisne nosivosti vozila..... | 6 |
| 2.2.3. Iskorištenje gabaritne površine transportnog sredstva | 6 |
| 2.2.4. Nazivna nosivost | 7 |
| 2.2.5. Specifična površinska i volumenska nosivost..... | 7 |
| 2.2.6. Koeficijent iskorištenja transportnog volumena | 7 |
| 2.3. Podjela cestovnih teretnih motornih vozila..... | 8 |
| 2.3.1. Kamioni bez prikolica | 11 |
| 2.3.2. Kamioni s prikolicama | 12 |
| 2.3.3. Tegljači s poluprikolicom..... | 14 |
| 2.4. Cestovna priključna vozila..... | 16 |
| 2.4.1. Prikolica | 16 |
| 2.4.2. Poluprikolica | 18 |
| 3. STANJE CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH I PRIKLJUČNIH VOZILA U EUROPSKOJ UNIJI..... | 22 |
| 3.1. Analiza stanja cestovnih teretnih motornih vozila prema vrsti pogona u zemljama Europe | 23 |
| 3.2. Analiza stanja priključnih vozila u javnom cestovnom teretnom prometu u zemljama Europe | 39 |
| 3.3. Stanje cestovnih teretnih vozila u Hrvatskoj | 51 |
| 4. TRENDOVI RAZVITKA CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA..... | 55 |
| 4.1. Elektrifikacija cestovnog teretnog prijevoza | 56 |

| | |
|---|----|
| 4.2. Teretna vozila na vodikov pogon..... | 58 |
| 5. ZAKLJUČAK..... | 61 |
| LITERATURA | 63 |
| POPIS TABLICA | 66 |
| POPIS SLIKA..... | 67 |
| POPIS GRAFIKONA..... | 68 |

SAŽETAK:

Javni cestovni teretni promet proces je prijevoza robe cestom. Svako teretno vozilo sadrži specifične eksploatacijsko tehničke značajke koje su podobne za prijevoz određene vrste robe. Analiza cestovnih vozila u javnom teretnom prometu pokazat će trenutno stanje u odabranim zemljama Europe te pokazati određene trendove razvitka cestovnih vozila u javnom teretnom prometu.

KLJUČNE RIJEČI:

javni cestovni teretni promet, eksploatacijske značajke, stanje teretnih vozila

SUMMARY:

Public road freight transport is a process of transporting goods by roads. Each cargo vehicle has its own specific operational technical characteristics which are suitable for transporting a certain type of cargo. The analysis of road vehicles in public freight transport will present the current situation in selected European countries and it will show certain trends in the development of road vehicles in public freight transport.

KEY WORDS:

public road freight transport, operational technical characteristics, condition of freight vehicles

1. UVOD

Cestovni promet, najzastupljeniji je i najkonkurentniji način prijevoza u svijetu. Njegovu važnost možemo uvidjeti još u doba starih Rimljana, koji su izgradnjom infrastrukture, odnosno cesta, od kojih neke koristimo i dan danas, pokorili svijet. Upravo su im ceste omogućile brzo prenošenje informacija i vijesti te olakšano kretanje vojske prema gradovima i provincijama koje su im tada bile na meti osvajanja. Omogućila im se još jedna jako bitna stvar, stvar radi koje su po brojnim mišljenjima stari Rimljani ušli u legendu o kakvoj danas svijet priča, a to je snažan rast trgovine.

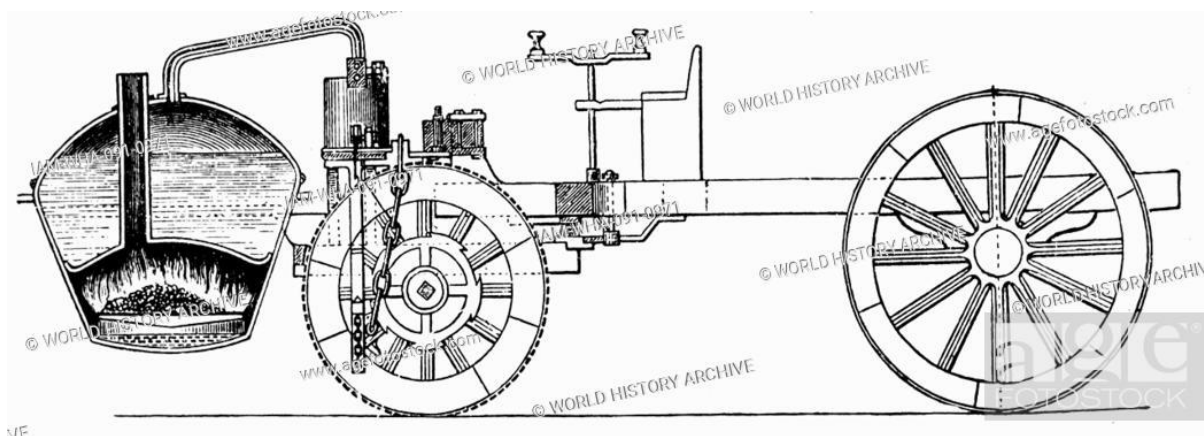
Javni cestovni teretni promet ključan je faktor u globalnoj robnoj razmjeni, tj. trgovini. Kontinuirano praćenje te razvijanje javnog cestovnog teretnog prometa od iznimne je važnosti radi ekonomičnog i ekološki prihvatljivog odvijanja robne razmjene u svijetu. Generalno gledajući, cestovni promet, pa tako i javni teretni promet nastoji se usavršiti te adaptirati strogim ekološkim normama koje su unazad nekoliko godina postavljene za sve gospodarske djelatnosti koje imaju popriličan negativni učinak na okoliš.

U ovome radu govoriti će se o stanju i trendovima razvitka cestovnih vozila u javnom teretnom prometu. Cilj rada je dobiti uvid u stanje cestovnih vozila u javnom teretnom prometu u relevantnim zemljama Europe po pitanju broja cestovnih vozila u teretnom prometu te analizirati trendove razvitka cestovnih vozila s ekološkog te ekonomskog aspekta. Drugo poglavlje rada opisuje povijesni razvoj teretnih vozila te eksploatacijsko tehničke značajke vozila u javnom cestovnom teretnom prometu. Treće poglavlje rada pomoću tablica i grafikona analizira stanje cestovnih vozila u javnom teretnom prometu u zemljama Europe i Hrvatskoj. Četvrto poglavlje rada opisuje trendove razvitka cestovnih vozila u javnom teretnom prometu. Peto poglavlje rada odnosi se na zaključak u kojem se daje osvrt na postavljene ciljeve završnog rada te se interpretiraju rezultati provedenih analiza.

2. EKSPLOATACIJSKO TEHNIČKE ZNAČAJKE VOZILA U JAVNOM CESTOVNOM TERETNOM PROMETU

2.1. Povijest razvoja teretnih vozila

Prvo teretno vozilo može se pripisati francuskom izumitelju Nicolas – Joseph Cugnotu koji je 1769. godine konstruirao vučno vozilo na parni pogon namijenjeno vući topova. Vozilo se kretalo brzinom od oko 4,5 km/h te je moglo vući top mase 5 tona. Izumi u automobilskoj industriji nastavili su se sa izumiteljem Jean Joseph Etienne Lenoir koji je 1859. godine konstruirao prvi dvotaktni plinski motor, a 1863. godine je konstruirao i vozilo s plinskim pogonskim motorom „Hippomobile“. Usljedio je razvoj četverotaktnog kompresijskog plinskog motora Nicolasa Augusta Otta te patent Rudolfa Diesela potaknut Carnotovim procesom i idejom o visokoj kompresiji radnog medija u cilju povećanja stupnja iskorištenja toplinske energije, naziva „Novi racionalni toplinski stroj“. Trećim pokusnim motorom postigao je zavidne performanse za tadašnje vrijeme: motor snage 13,1 kW, sa specifičnom potrošnjom goriva od 324 g/kWh pri 154 okr./min. Prva vozilo na četiri kotača 1886. godine konstruirao je Gottlieb Wilhelm Daimler. Daimler je 1896. godine konstruirao i prvi teretni automobil s dvocilindričnim motorom, snage 4 KS, maksimalne brzine 16 km/h i nosivosti 1500 kg. [6]



Slika 1. Cugnot-ova trokolica na parni pogon

[6]



Slika 2. Lenoir-ov dvotaktni motor (slika lijevo) i vozilo „Hippomobile“ (slika desno)

[7]

2.2. Eksploatacijski pokazatelji teretnih vozila

Svako motorno vozilo definira se nizom pokazatelja, koji sa svojim brojevanim veličinama čine tehničke podatke vozila. Pokazatelji se odnose na vanjske dimenzije vozila, dimenzija položaja kotača, masu vozila, nosivost itd. Pregled osnovnih pokazatelja te njihove definicije prikazan je u nastavku. Sve mjere za dužinu izražavaju se u milimetrima.

Dužina vozila – ukupna dužina vozila uključujući i odbojnice. Kod priključnih vozila koja imaju rudo navodi se ukupna dužina s rudom, a u zagradi se navodi dužina bez ruda.

Širina vozila – razmak između najudaljenijih bočnih točaka vozila. U širinu vozila ne uzimaju se dimenzije podesivih dijelova, kao što su bočni retrovizori.

Visina vozila – visina neopterećenog vozila s normalnim tlakom zraka u gumama kotača. Pritom se uzimaju obzir svi čvrsti dijelovi montirani na krovu vozila.

Razmak osovina – udaljenost između osi prednjih i zadnjih kotača. Ako vozilo ima tri i više osovina navode se svi razmaci u obliku zbroja ($l_1 + l_2 + \dots$).

Trag kotača – udaljenost između sredina guma kotača iste osovine, mjereno na ravnoj podlozi. Ako su na osovini udvojeni kotači, trag kotača se mjeri između sredina udvojenih kotača.

Korisna nosivost – težina tereta ravnomjerno raspoređenog ili na način uvjetovan karoserijom, koju vozilo može prevoziti ne prekoračujući ukupno dopuštenu težinu i

dopušteno osovinsko opterećenje. Izražava se u kN. U putničkih vozila korisnu nosivost čini težina putnika i njima pripadajuće prtljage.

Trajna brzina – najveća brzina vozila u km/h koju vozilo može trajno održavati, a da pritom ne nastanu preopterećenja, neobična istrošenja i oštećenja

Maksimalna brzina – najveća brzina vozila u km/h koju vozilo može postići i održati najmanje 1000m, a da nakon toga može nastaviti vožnju trajnom brzinom

Sposobnost savladavanja uspona – najveći uspon u % koji vozilo može savladati u pojedinim stupnjevima prijenosa mjenjača. [1]

Na tablici 1. prikazane su dopuštene dimenzije teretnih vozila u zemljama Europe. Može se primjetiti kako je dopuštena visina u izabranim zemljama za ovaj tablični prikaz uglavnom 4 metra uz iznimke Slovenije i Finske gdje je dopuštena visina 4,20 metara te Irske 4,65 metara. Dopuštena visina teretnih vozila nije definirana u Francuskoj, Švedskoj i Velikoj Britaniji. Isto tako, može se uočiti da je dopuštena širina teretnih vozila u većini ispitanih država 2,55 metara, uz iznimke Finske i Ukrajine gdje je dopuštena širina 2,6 metara. Dopuštena dužina kamiona ili prikolice u pravilu je 12 metara, dok je dopuštena dužina kamiona u Ukrajini, 22 metra, a u Švedskoj 26 metara. Dopuštena dužina vučnog vozila s prikolicom u pravilu je 18,75 metara, no iz tablice se može uočiti kako je u Finskoj i Švedskoj dopuštena dužina 25,25 metara, dok je u Ukrajini 22 metra. Isto tako, može se zaključiti da je dopuštena dužina tegljača s poluprikolicom u zemljama EU te Velikoj Britaniji 16,50 metara, dok Ukrajina ima dopuštenu dužinu do 22 metra, a Švedska do 24 metra. [2]

Tablica 1. . Dopuštene dimenzije teretnih vozila u zemljama Europe

[prilagodio autor prema izvoru 2]

| Država | visina | širina | dužina | | |
|---------------------|--------|--------|----------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | | Kamion ili prikolica | Vučno vozilo s prikolicom | Tegljač s poluprikolicom |
| Albanija | 4,00 m | 2,55 m | 12,00 m | 18,75 m | 16,50 m |
| Bosna i Hercegovina | 4,00 m | 2,55 m | 12,00 m | 18,75 m | 16,50 m |
| Hrvatska | 4,00 m | 2,55 m | 12,00 m | 18,75 m | 16,50 m |
| Finska | 4,20 m | 2,60 m | 12,00 m | 25,25 m | 16,50 m |
| Francuska | / | 2,55 m | 12,00 m | 18,75 m | 16,50 m |
| Njemačka | 4,00 m | 2,55 m | 12,00 m | 18,75 m | 16,50 m |
| Mađarska | 4,00 m | 2,55 m | 12,00 m | 18,75 m | 16,50 m |
| Irska | 4,65 m | 2,55 m | 12,00 m | 18,75 m | 16,50 m |
| Slovenija | 4,20 m | 2,55 m | 12,00 m | 18,75 m | 16,50 m |
| Španjolska | 4,00 m | 2,55 m | 12,00 m | 18,75 m | 16,50 m |
| Švedska | / | 2,55 m | 24,00 m | 25,25 m | 24,00 m |
| Ukrajina | 4,00 m | 2,60 m | 22,00 m | 22,00 m | 22,00 m |
| Velika Britanija | / | 2,55 m | 12,00 m | 18,75 m | 16,50 m |

Temeljni eksploatacijski pokazatelji cestovnih teretnih motornih vozila su:

- specifična snaga transportnih sredstava
- kompaktnost transportnih sredstava
- odnos vlastite mase i korisne nazivnosti vozila
- iskorištenje gabaritne površine transportnog sredstva
- nazivna nosivost
- specifična površinska nosivost transportnog sredstva
- specifična volumenska nosivost
- koeficijent iskorištenja transportnog volumena.

2.2.1. Specifična snaga i kompaktnost transportnih sredstava

Specifična snaga transportnog sredstva N_s izračunava se kao omjer efektivne snage N_e i bruto mase vozila Q_b , a mjerna jedinica je (kW/t): [3]

$$N_s = \frac{N_e}{Q_b} \quad (1)$$

Kompaktnost transportnog sredstva η_k količnik je nazivne nosivosti q_n i površine teretnog prijevoznog sredstva $L \times B$ (masa prijevoznog sredstva bez pogonskih dodataka te bez opterećenja), a mjerna jedinica je t/m²: [4]

$$\eta_k = \frac{q_n}{L \times B} \quad (2)$$

2.2.2. Odnos vlastite mase i korisne nosivosti vozila

Koeficijentom η_m mjeri se iskorištenost mase prijevoznih sredstava, a on se dobije dijeljenjem vlastite mase vozila MG_v s nazivnom nosivošću: [3]

$$\eta_m = \frac{MG_v}{q_n} \quad (3)$$

2.2.3. Iskorištenje gabaritne površine transportnog sredstva

Koeficijent iskorištenja gabaritne površine η_p količnik je korisne površine namijenjene smještaju predmeta prijevoza $l \times b$ (umnožak duljine i širine prostora) i gabaritne površine vozila $L \times B$ (dužina i širina vanjskih mjera vozila): [4]

$$\eta_p = \frac{l \times b}{L \times B} \quad (4)$$

2.2.4. Nazivna nosivost

Nazivna nosivost maksimalna je količina tereta koju neko prijevozno sredstvo može prevoziti s obzirom na svoje tehničke značajke. Određuje se korisnom nosivošću u tonama, specifičnom volumenskom nosivošću u t/m^3 , koeficijentom iskorištenja korisne nosivosti u funkciji izmjere prostora za teret te se koristi i podatak o specifičnoj površinskoj nosivosti u t/m^2 . Korisna nosivost iznosi se u reklamnim materijalima gdje se uz marku vozila, ukupnu masu i snagu motora definira tip vozila. Prve dvije znamenke odnose se na bruto masu vozila dok se slijedeće dvije odnose na snagu motora. Dodaje se i oznaka za kotače, 4x2 ili 4x4 kako bi se znalo ima li vozilo dva ili četiri pogonska kotača. [5]

2.2.5. Specifična površinska i volumenska nosivost

Površinska nosivost M_q količnik je korisne nosivosti q_n i korisne površine prostora za smještaj tereta ($l \times b$), a mjerna jedinica je t/m^2 : [3]

$$M_q = \frac{q_n}{l \times b} \quad (5)$$

Volumenska nosivost MQ_v dobije se dijeljenjem korisne nosivosti q_n i volumena prostora namijenjenog za prijevoz tereta, a mjerna jedinica je t/m^3 : [3]

$$MQ_v = \frac{q_n}{l \times b \times h} \quad (6)$$

2.2.6. Koeficijent iskorištenja transportnog volumena

Koeficijent iskorištenja transportnog volumena Y_v dobije se kada se iskorišteni volumen natovarenog prijevoznog sredstva podijeli s nazivnom nosivošću: [3]

$$Y_v = \frac{V \times \rho \times \eta_v}{q_n} \quad (7)$$

V – volumen prostora za smještaj tereta

η_v – koeficijent iskorištenja volumena prostora za smještaj tereta

ρ – zapreminska masa tereta

q_n – nazivna nosivost

2.3. Podjela cestovnih teretnih motornih vozila

Cestovni teretni promet jest skup aktivnosti kojima se obavlja prijevoz tereta, odnosno dobara. Teretno vozilo je motorno vozilo s više tragova konstrukcijski namijenjeno za prijevoz tereta. Prema Zakonu o sigurnosti prometa na cestama, motorno vozilo je: „svako vozilo koje se pokreće snagom vlastitog motora, osim vozila koja se kreću po tračnicama i pomoćnih pješačkih sredstava. [9]

Konstrukcija teretnog vozila sastoji se od podvozja, pogonskog sklopa, vozačke kabine te nadvozja koji je predviđen za smještaj tereta. Teretna vozila dijele se prema različitim kriterijima, poput: nosivosti, ukupne mase, dimenzijama, konstrukcijskim značajkama, vrsti pogonskog goriva, namjeni (relacija prijevoza; vrsta tereta). [6]

Opća podjela teretnih vozila prema ukupnoj masi (mala, srednja i velika) u skladu je s osnovnom tehničkom podjelom na kategorije:

- motorna vozila za prijevoz tereta s najmanje 4 kotača
- N1 – motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase do 3,5 tona
- N2 – motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 3,5 tona do 12 tona
- N3 – motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 12 tona. [11]

U skupinu malih teretnih vozila, najveće dopuštene mase do 3,5 t, spadaju i kombi vozila, kamioneti, pa i manja dostavna vozila koja se uobičajeno koriste na lokalnoj razini s kratkim relacijama prijevoza. [6]



Slika 3. Malo dostavno vozilo

[12]



Slika 4. Kombi vozilo

[12]

Srednja i velika teretna vozila dijele se prema konstrukciji samog vozila, obliku nadgradnje te po kapacitetu, tj. veličini vozila. Najveće razlike u podjeli ovih vozila proizlaze upravo iz oblika nadgradnje koji su dizajnirani prema obilježjima tereta, odnosno sukladno potrebama operativnih radnji tokom ukrcaja/iskrcaja tereta. [2]

Podjela cestovnih teretnih vozila prema konstrukcijskoj izvedbi nadgradnji za smještaj tereta:

- otvoreni sanduk s bočnim stranicama
- otvoreni teretni sanduk s bočnim stranicama i hidrauličkim nagibnim mehanizmom, tzv. kiper
- teretni sanduk s bočnim stranicama i ceradom
- zatvoreni teretni sanduk sa stražnjim (i/ili bočnim) vratima, tzv. furgon
- zatvoreni, toplinski izolirani teretni sanduk sa stražnjim i bočnim vratima te uređajem za hlađenje, tzv. hladnjača za prijevoz temperaturno osjetljivog tereta
- zatvoreni „sanduk“ – spremnik za prijevoz tekućih tereta u rinfuzi s gornjim otvorom za punjenje i bočnim ili donjim ispustom za pražnjenje, tzv. cisterna
- zatvoreni „sanduk“ – spremnik za prijevoz praškastih, zrnatih ili granuliranih tereta u rinfuzi s gornjim gravitacijskim otvorom za punjenje i donjim ispustom za gravitacijsko, tj. kompresorsko pražnjenje, tzv. silo
- nadgradnje za posebnu namjenu poput: damper vozila za prijevoz kamenih blokova, auto mješalica za prijevoz betona, vozilo za prijevoz automobila itd.
- platforma za prihvat izmjenjivih teretnih sanduka različitih oblika te kontejnera. [6]

Prema Zakonu o prijevozu u cestovnom prometu skup vozila je: „sklop jednog vučnog vozila i najmanje jedne prikolice ili poluprikolice“. Vučna vozila mogu biti osobna vozila i teretna vozila ili tegljači. Uloga tegljača je da vuče poluprikolice kao priključna vozila jer on kao vozilo nije predviđen za prijevoz tereta. Posebnost tegljača odražava se u zglobnom spoju sa poluprikolicom, tzv. sedlo, pomoću kojeg poluprikolica prenosi dio svog opterećenja na vučno vozilo, tj. tegljač. [2]

Za prijevoz tereta cestom koriste se tri osnovne varijante teških teretnih motornih vozila: kamioni bez prikolice, kamioni s prikolicama te tegljači s poluprikolicama.

2.3.1. Kamioni bez prikolica

Kamioni bez prikolice koriste se u klasičnom prijevozu i za prijevoz kontejnera te izmjenjivih sanduka do 20 t mase, uz ograničenje da ukupna nosivost ne prelazi 22 t. Dvije osnovne varijante u kojima se proizvode su:

- kamion s dvije osovine ukupne nosivosti 16 t, duljina karoserije 6 metara
- kamion s tri osovine ukupne nosivosti 22 t, duljina karoserije 7 metara. [13]



Slika 5. Kamion bez prikolice s dvije osovine

[14]



Slika 6. Kamion bez prikolice s tri osovine

[15]

2.3.2. Kamioni s prikolicama

Kod izbora kombinacija kamiona i prikolice potrebno je uzeti u obzir svojstvo ceste po kojoj će se voziti. Naime, kamion s jednom pogonskom i nosivom osovinom pri ukupnoj nosivosti od 38 t opterećen je s 26,3% opterećenja te ima manju sigurnost na skliskim cestama za razliku od kamiona s dvije pogonske i nosive osovine koji na sebe preuzima 42,2% opterećenja. Rezultat preuzimanja većeg opterećenja je i veća sigurnost na skliskim cestama, bolje vođenje prikolice i sl. Dvije osnovne varijante u kombinaciji kamiona s prikolicama su:

- kamion s dvije osovine nosivosti 16 t u kombinaciji s prikolicom s dvije osovine nosivosti 16 t ili s prikolicom s tri osovine nosivosti 22 t (ukupna nosivost 32 ili 38 t)
- kamion s tri osovine nosivosti 22 t u kombinaciji s prikolicom s dvije osovine nosivosti 16 t (ukupna nosivost 38 t).

Duljine tovarnih sanduka mogu biti:

- kamion s dvije osovine – 6 m
- kamion s tri osovine – 7 m
- prikolice s dvije osovine – 7 m
- prikolice s tri osovine – 8 m. [13]



Slika 7. Kamion s dvije osovine u kombinaciji s prikolicom s dvije osovine

[16]



Slika 8. Kamion s tri osovine u kombinaciji s prikolicom s dvije osovine

[17]

2.3.3. Tegljači s poluprikolicom

Postoje tri osnovne varijante pri izboru tegljača s poluprikolicom, a to su:

- tegljač s dvije osovine i poluprikolica s dvije osovine
- tegljač s dvije osovine i poluprikolica s tri osovine
- tegljač s tri osovine i poluprikolica s dvije osovine i dvostrukim gumama ili s tri osovine i jednostrukim gumama. [13]



Slika 9. Tegljač s dvije osovine u kombinaciji s prikolicom s tri osovine

[18]



Slika 10. Tegljač s tri osovine u kombinaciji s prikolicom s tri osovine

[19]

2.4. Cestovna priključna vozila

Prema Zakonu o sigurnosti prometa na cestama, „priključno vozilo je vozilo namijenjeno da ga vuče motorno vozilo, bilo da je konstruirano kao prikolica ili poluprikolica.“ [9]

Stoga, priključna vozila možemo podijeliti na:

- prikolice
- poluprikolice.

Podjela priključnih vozila prema masi:

- kategorija O1 – priključna vozila čija je najveća dopuštena masa < 750 kg
- kategorija O2 – priključna vozila čija je najveća dopuštena masa između 750 kg i 3 500 kg
- kategorija O3 – priključna vozila čija je najveća dopuštena masa između 3 500 kg i 10 000 kg
- kategorija O4 – priključna vozila čija je najveća dopuštena masa veća od 10 000 kg. [5]

2.4.1. Prikolica

Prikolica je priključno vozilo konstruirano tako da preko svojih osovina prenosi ukupnu masu na kolnik. [9] Prikolice mogu biti izvedene s jednom ili više osovina. Prikolice namijenjene za vuču od strane motocikla ili osobnog automobila, većinski su izvedene s jednom osovinom dok prikolice namijenjene za vuču od strane teretnih vozila imaju dvije ili više osovina, no postoje i laganije izvedbe prikolica samo s jednom osovinom.[5]



Slika 11. Jednoosovinska prikolica

[20]



Slika 12. Dvoosovinska upravljiva prikolica

[21]

2.4.2. Poluprikolica

Poluprikolica je priključno vozilo bez prednje osovine konstruirano tako da preko svojeg prednjeg dijela kojim se oslanja na vučno vozilo prenosi dio ukupne mase. [9]

Moguće izvedbe poluprikolice su sljedeće:

1. Zatvorene poluprikolice:

- jednoosovinska nosivosti 18 - 27 tona
- dvoosovinska nosivosti 22 - 30 tona
- dvoosovinska nosivosti 22 - 30 tona s pomičnom osovinom
- dvoosovinska nosivosti 22 - 33 tona
- dvoosovinska nosivosti 22 - 33 tona s pomičnom osovinom
- dvoosovinska nosivosti 28 - 37 tona s većim razmakom osovina

- dvoosovinska nosivosti 28 - 37 tona s većim razmakom osovina i pomičnom osovinom
- dvoosovinska nosivosti 28 - 37 tona s većim razmakom osovina uz obje pomične osovine
- troosovinska nosivosti 28 - 37 tona s jednom pomičnom osovinom
- troosovinska nosivosti 28 - 37 tona s dvije pomične osovine
- troosovinska nosivosti 30 - 39 tona s jednom pomičnom osovinom
- troosovinska nosivosti 32 - 41 tona s jednom pomičnom osovinom.

2. Otvorene poluprikolice:

- ravna dvoosovinska
- ravna dvoosovinska s većim razmakom osovina
- ravna troosovinska
- produžena ravna dvoosovinska
- odjeljiva niskopodna dvoosovinska
- odjeljiva niskopodna dvoosovinska s jastučićima
- dvoosovinska s jednostrukom oplatom
- produžena s jednom osovinom
- jednostruka s tri osovine
- dvostruka niskopodna s dvije osovine
- dvostruka niskopodna s tri osovine
- produžena radna s dvije osovine
- jednostruka produžena s tri i četiri osovine
- dvostruka produžena s tri i četiri osovine. [3]



Slika 13. Poluprikolica hladnjača

[22]



Slika 14. Plato poluprikolica

[22]

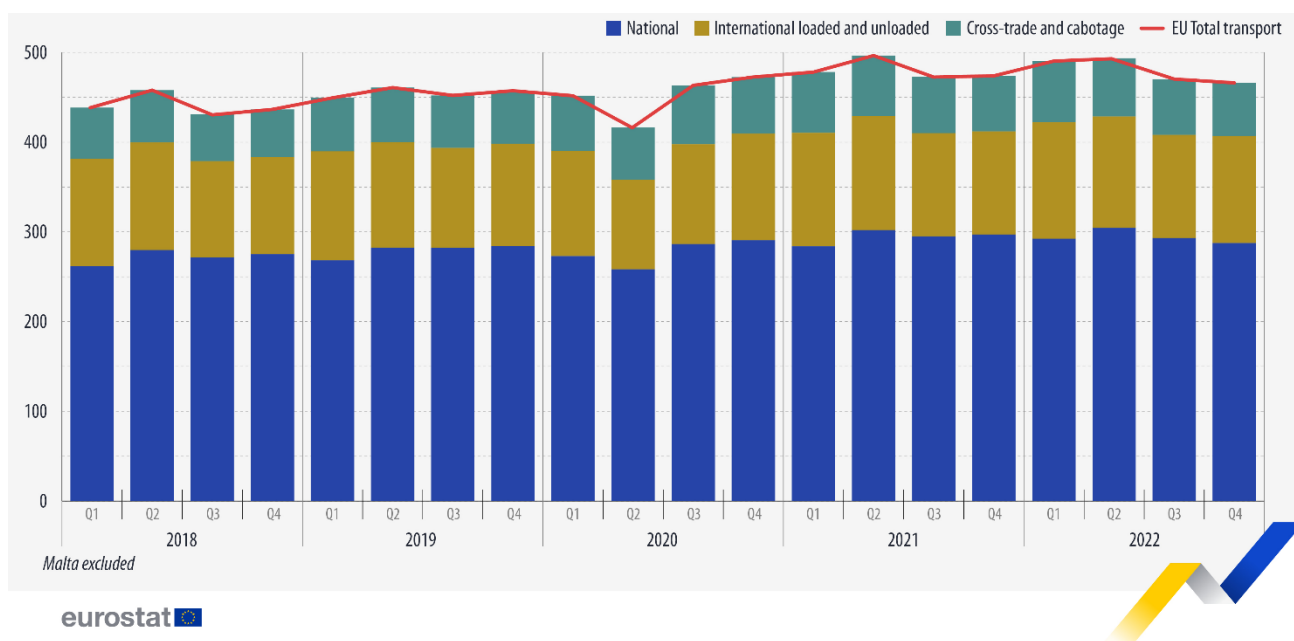


Slika 15. Poluprikolica za prijevoz DEF-a (Diesel Exhaust Fluid)

[22]

3. STANJE CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH I PRIKLJUČNIH VOZILA U EUROPSKOJ UNIJI

Ukupan cestovni teretni promet u 2022. godini u Europskoj uniji ostao na istoj razini kao i 2021. godine, na 1920 milijardi tonskih – kilometara (tkm). Na slici 16. može se vidjeti da se nakon određene nestabilnosti u prvoj polovici 2020. radi ograničenja povezanih s COVID-om, cestovni teretni promet u naredne dvije godine, 2021. i 2022., ne samo oporavio, već da je pokazao porast u usporedbi s godinama prije 2020. Ukupan cestovni teretni promet u EU zabilježio je bolji učinak u prvom tromjesečju 2022. u usporedbi s istim tromjesečjem prethodne godine (+2,6%) i manjim padovima u sljedeća tri tromjesečja dovodeći ukupni prijevoz na istu razinu kao i u 2021. godini. [23]



Slika 16. Cestovni teretni promet po tromjesečju te vrsti operacije u EU za razdoblje od 2018. – 2022. godine

[23]

- – nacionalni promet
- – internacionalni ukrcajni i iskrcajni promet
- – unakrsni promet i kabotaža

3.1. Analiza stanja cestovnih teretnih motornih vozila prema vrsti pogona u zemljama Europe

U nastavku rada izučavat će se dinamika promjene broja cestovnih teretnih vozila sa različitim vrstom pogona u relevantnim zemalja Europe kako bi se dobio uvid u stanje te trend razvitka cestovnog teretnog prometa od 2019. godine, koja je sa sobom donijela značajne promjene u mnogim aspektima gospodarstva uključujući i cestovni teretni promet, pa sve do zadnjih dostupnih podataka, a to su podaci zaključno sa 2022. godinom. Za predodžbu stanja cestovnog prometa koristit ćemo formulu za stopu promjene. Stopa promjene je relativni postotni iznos promjene razine pojave tekućeg razdoblja prema prethodnom te se ona izračunava preko verižnih indeksa. Verižne indekse izračunavamo tako da se vrijednost razdoblja t podijeli s vrijednosti prethodnog razdoblja $t-1$, a zatim se dobiveni omjer pomnoži sa sto: [24]

$$V_t = \frac{Y_t}{Y_{t-1}} \times 100 \quad (8)$$

Stopa promjene izračunava se:

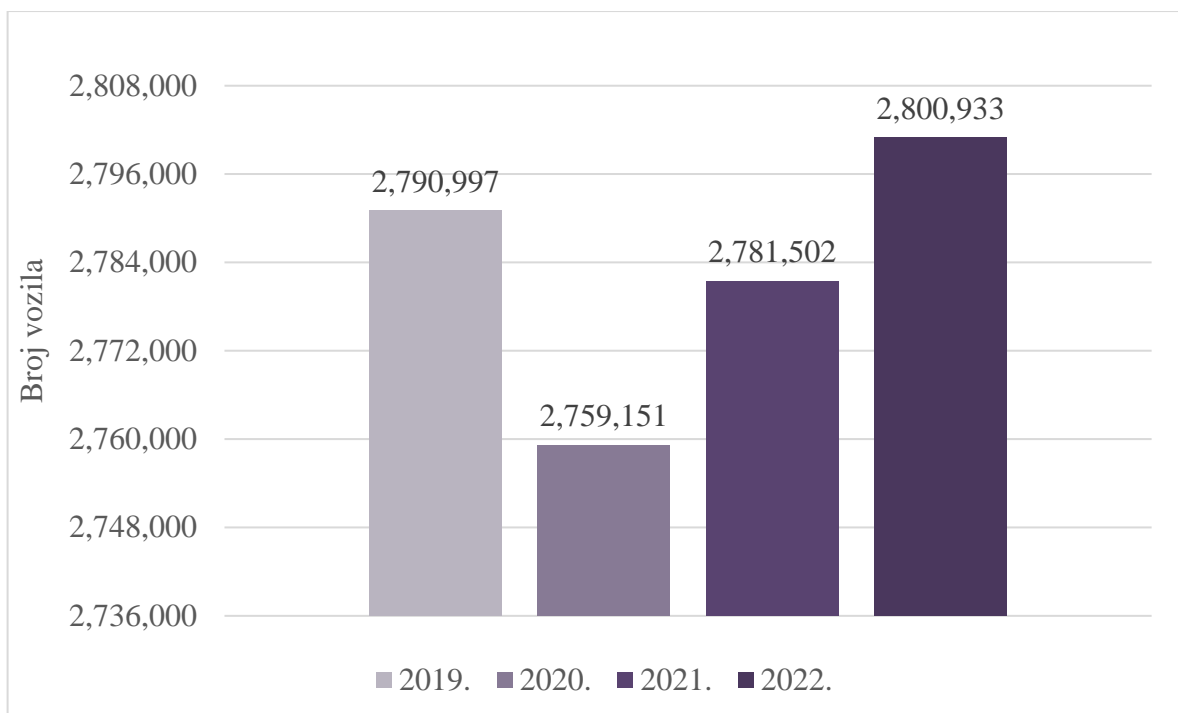
$$S_t = V_t - 100 \quad (9)$$

Prva analiza vodit će se iz tablice 2. koja nam prikazuje broj cestovnih teretnih vozila težih od 3,5 t s dizelom kao pogonskim gorivom (isključujući hibride) u odabranim zemljama Europe u razdoblju od 2019. – 2022. godine. U izračun nije uzet podatak broja vozila iz Ujedinjenog Kraljevstva radi nedostupnosti podataka za 2019. i 2020. godinu. Iz tablice se može primjetiti kako se broj spomenutih teretnih vozila u 2020. godini smanjio u odnosu na 2019. te se to može pripisati pandemiji COVID-19 koja je privremeno usporila porast broja cestovnih teretnih vozila, no već u 2021. godini bilježi se porast ukupnog broja vozila izabranih država te se taj trend nastavlja u 2022. godini u kojoj je ukupan broj vozila 2.800.933.

Tablica 2. Broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tona pogonjenih dizelom (isključujući hibride) za promatrane države u razdoblju od 2019. – 2022. godine

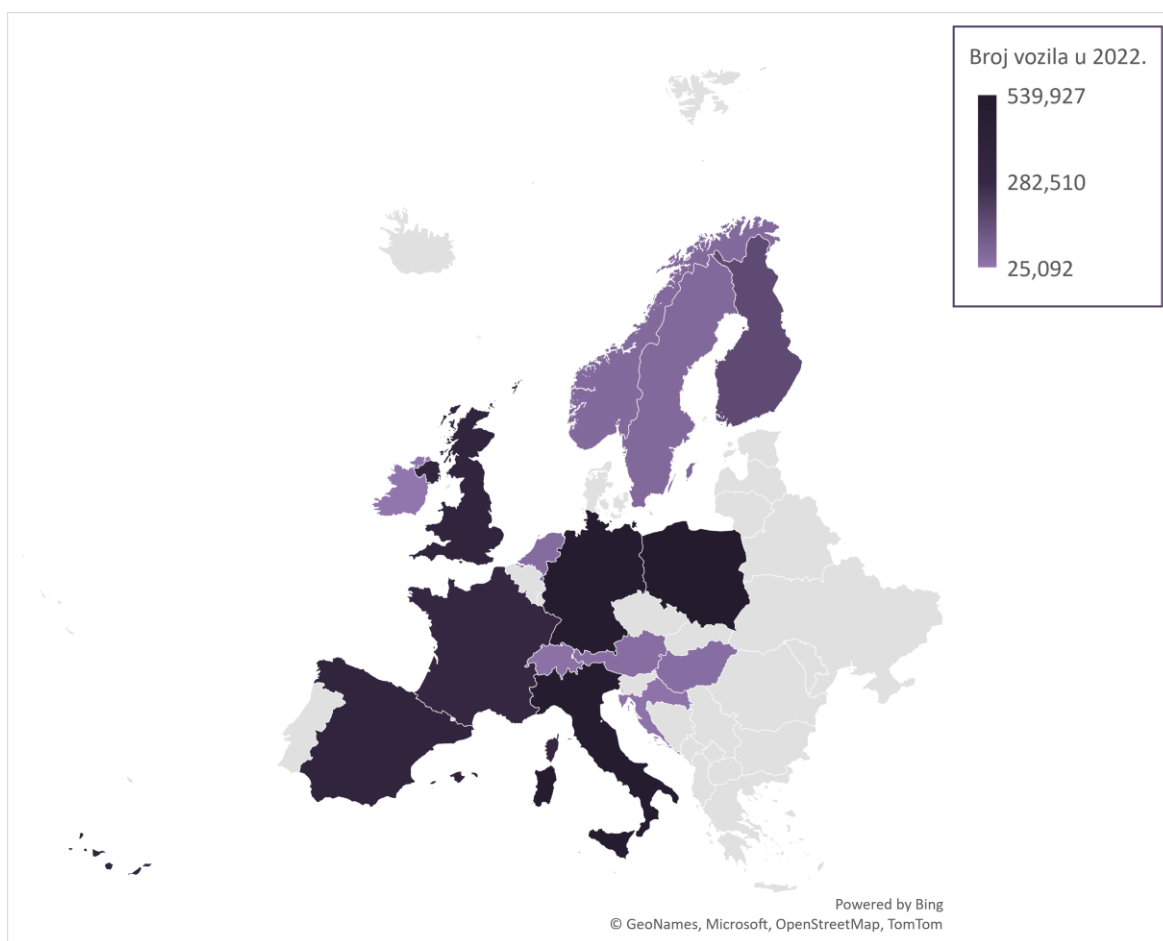
| Razdoblje | Broj vozila | | | |
|------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. |
| Njemačka | 526.281 | 522.251 | 523.672 | 521.654 |
| Irska | 24.357 | 22.223 | 25.091 | 25.092 |
| Španjolska | 340.338 | 341.415 | 342.070 | 354.076 |
| Francuska | 304.240 | 301.954 | 303.508 | 301.181 |
| Hrvatska | 33.110 | 33.561 | 34.907 | 36.031 |
| Italija | 560.604 | 512.124 | 511.789 | 512.397 |
| Mađarska | 50.466 | 50.427 | 51.724 | 51.966 |
| Nizozemska | 61.549 | 60.964 | 59.443 | 59.319 |
| Austrija | 53.839 | 53.808 | 54.426 | 54.639 |
| Poljska | 506.773 | 518.253 | 530.534 | 539.927 |
| Finska | 158.339 | 162.546 | 166.052 | 168.827 |
| Švedska | 68.571 | 68.622 | 69.191 | 68.770 |
| Norveška | 60.810 | 69.771 | 67.907 | 65.528 |
| Švicarska | 41.720 | 41.232 | 41.188 | 41.526 |
| Ujedinjeno Kraljevstvo | n/a | n/a | 356.903 | 358.504 |
| Ukupno | 2.790.997 | 2.759.151 | 2.781.502 | 2.800.933 |

[izradio autor prema podacima sa Eurostata]



Grafikon 1. Ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone na dizel pogon promatranih zemalja u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine

Grafikon 1. prikazuje porast ukupnog broja cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone na dizel pogon promatranih zemalja u Europi unazad zadnje dvije godine. Broj ovakvih vozila smanjio se u 2020. u odnosu na 2019. na 2.759.151. vozilo, dok je taj broj narasao na 2.800.933 u 2022. godini.



Grafikon 2. Zastupljenost cestovnih teretnih motornih vozila na dizel u zemljama Europe u 2022. godini

Izvor: Tablica 2.

Grafikon 2. prikazuje zastupljenost cestovnih teretnih vozila na dizel pogon u analiziranim zemljama Europe. Iz grafikona 1. može se vidjeti kako je najveća koncentracija spomenutih vozila u Njemačkoj, Italiji i Poljskoj, a zatim ih slijede Španjolska, Francuska i Ujedinjeno Kraljevstvo.

Tablica 3. Stopa godišnje promjene cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone pogonjenih dizelom (isključujući hibride) za promatrane države u razdoblju od 2019. – 2022. godine

| Razdoblje | Stopa godišnje promjene | | |
|------------|-------------------------|--------|-------|
| | 2020. | 2021. | 2022. |
| Njemačka | -0,8% | +0,3% | -0,4% |
| Irska | -8,8% | +12,9% | 0,0% |
| Španjolska | +0,3% | +0,2% | +3,5% |
| Francuska | -0,8% | +0,5% | -0,8% |
| Hrvatska | +1,4% | +4,0% | +3,2% |
| Italija | -8,6% | -0,1% | +0,1% |
| Mađarska | -0,1% | +2,6% | +0,5% |
| Nizozemska | -1,0% | -2,5% | -0,2% |
| Austrija | -0,1% | +1,1% | +0,4% |
| Poljska | +2,3% | +2,4% | +1,8% |
| Finska | +2,7% | +2,2% | +1,7% |
| Švedska | +0,1% | +0,8% | -0,6% |
| Norveška | +14,7% | -2,7% | -3,5% |
| Švicarska | -1,2% | -0,1% | +0,8% |
| Ukupno | -1,1% | +0,8% | +0,7% |

[izradio autor]

Izvor: Tablica 2

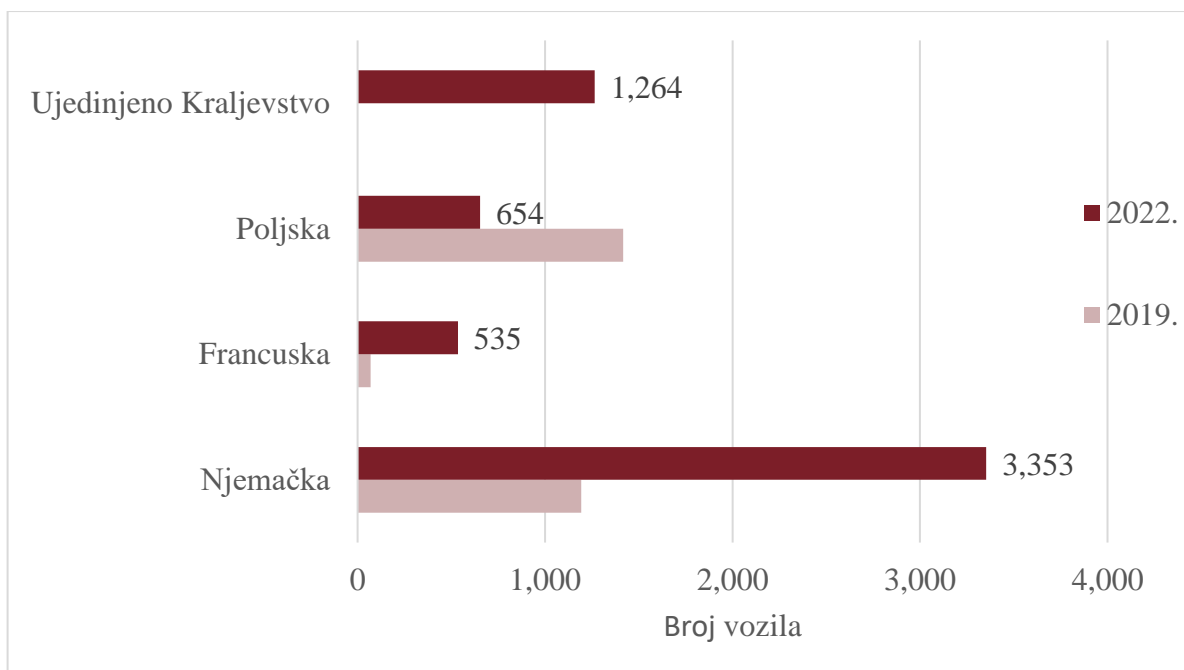
U tablici 3. izračunata je stopa godišnje promjene broja teretnih vozila na dizel pogon po državama. Najveću relativnu te ujedno i apsolutnu stopu porasta u 2022. u odnosu na 2021. godinu bilježi Španjolska s rastom broja vozila od +3,5%, koja sada broji 354.076 vozila, dok najveću relativnu stopa pada bilježi Norveška od -3,5%. Hrvatska u 2022. ima 36.031 vozila te je s relativnim porastom od +3,2% odmah iza Španjolske.

Sljedeća analiza provodit će se pomoću tablice 4. koja prikazuje broj cestovnih teretnih motornih vozila na električni pogon izabranih zemalja Europe u razdoblju od 2019. – 2022. Iz tablice 3. može se uočiti kako se broj cestovnih teretnih motornih vozila na električni pogon izrazito povećava. U izračun nije uzet podatak broja vozila iz Ujedinjenog Kraljevstva radi nedostupnosti podataka za 2019. i 2020. godinu dok podaci za Hrvatsku nisu dostupni.

Tablica 4. Broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone na električni pogon za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine

| Razdoblje | Broj vozila | | | |
|------------------------|-------------|-------|-------|-------|
| | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. |
| Njemačka | 1.193 | 1.963 | 2.796 | 3.353 |
| Irska | 1 | 4 | 7 | 13 |
| Španjolska | 121 | 128 | 110 | 227 |
| Francuska | 70 | 72 | 95 | 535 |
| Italija | 172 | 26 | 31 | 36 |
| Mađarska | 1 | 1 | 13 | 15 |
| Nizozemska | 149 | 118 | 159 | 230 |
| Austrija | 12 | 13 | 44 | 99 |
| Poljska | 1.416 | 641 | 646 | 654 |
| Finska | 2 | 7 | 9 | 25 |
| Švedska | 11 | 21 | 55 | 161 |
| Norveška | 18 | 37 | 98 | 451 |
| Švicarska | 37 | 51 | 118 | 214 |
| Ujedinjeno Kraljevstvo | | | 515 | 1.264 |
| Ukupno | 3.203 | 3.082 | 4.181 | 6.013 |

[izradio autor prema podacima sa Eurostata]



Grafikon 3. Promatrane države u Europi s najvećim brojem cestovnih teretnih motornih vozila na električni pogon u 2022. godini

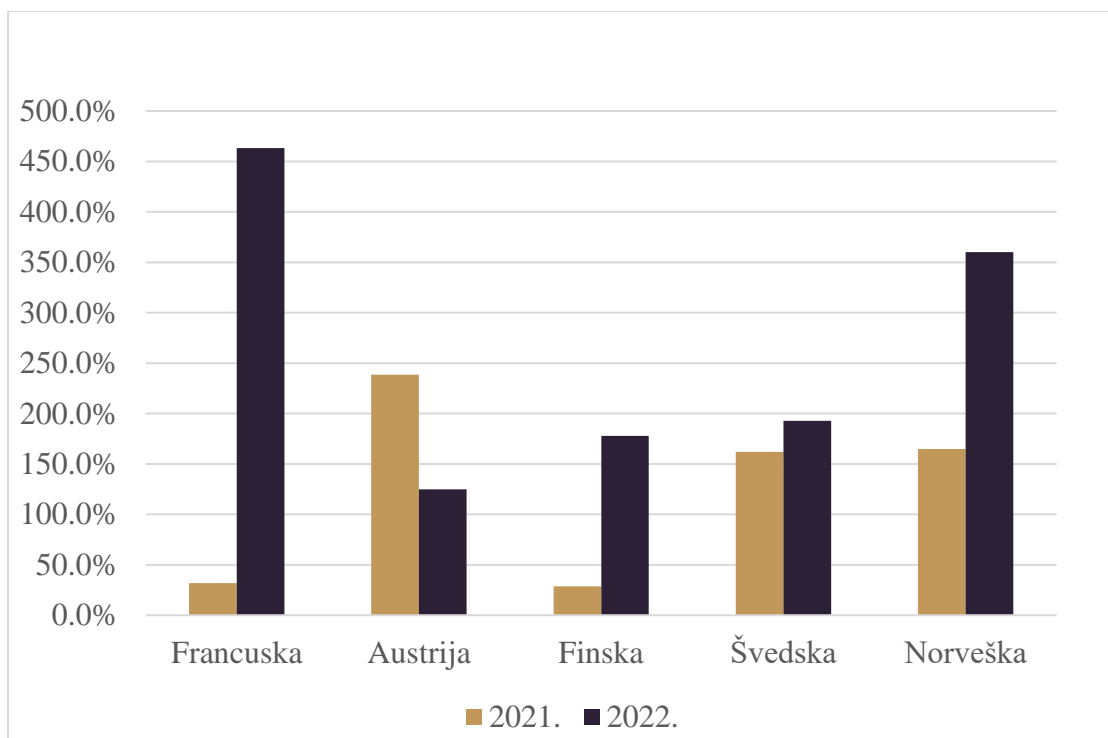
Izvor: Tablica 4.

Prema grafikonu 3. može se uočiti kako Njemačka prednjači u broju cestovnih teretnih motornih vozila na električni pogon. Broj cestovnih teretnih vozila na električni pogon u Njemačkoj umalo se utrostručio u 2022. u odnosu na 2019. godinu kada je Njemačka brojala tek 1193 vozila dok sada broji 3.353 vozila. Broj ovakvih vozila drastično se smanjio u Poljskoj koja je u 2019. brojala 1416 vozila dok taj broj u 2022. godini iznosi 654 vozila.

Iz tablice 5. može se primjetiti kako se broj električnih cestovnih teretnih motornih vozila smanjio se za -3,8% u 2020. godini u odnosu na 2019., što se i moglo očekivati radi usporavanja dinamike gospodarskih procesa, odnosno usporavanja pružanja prijevoznih usluga radi restrikcija izazvanih pandemijom COVID-19 koja je privremeno usporila investicije država te mega kompanija u električna teretna vozila. Već sljedeće 2021. godine bilježi se rast broja električnih vozila od čak +35,7% te se takav trend nastavlja i u 2022. godini u kojoj se bilježi porast od +43,8%.

Tablica 5. Stopa godišnje promjene cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tona na električni pogon za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine

| Razdoblje | Stopa godišnje promjene | | |
|------------------------|-------------------------|----------|---------|
| | 2020. | 2021. | 2022. |
| Njemačka | +64,5% | +42,4% | +19,9% |
| Irska | +300,0% | +75,0% | +85,7% |
| Španjolska | +5,8% | -14,1% | +106,4% |
| Francuska | +2,9% | +31,9% | +463,2% |
| Italija | -84,9% | +19,2% | +16,1% |
| Mađarska | 0,0% | +1200,0% | +15,4% |
| Nizozemska | -20,8% | +34,7% | +44,7% |
| Austrija | +8,3% | +238,5% | +125,0% |
| Poljska | -54,7% | +0,8% | +1,2% |
| Finska | +250,0% | +28,6% | +177,8% |
| Švedska | +90,9% | +161,9% | +192,7% |
| Norveška | +105,6% | +164,9% | +360,2% |
| Švicarska | +37,8% | +131,4% | +81,4% |
| Ujedinjeno Kraljevstvo | - | - | +145,4% |
| Ukupno | -3,8% | +35,7% | +43,8% |



Grafikon 4. Promatrane države s najvećim relativnim porastom broja cestovnih teretnih motornih vozila na električni pogon u 2022. godini

Izvor: Tablica 5.

Grafikon 4. prikazuje države s najvećim relativnim porastom broja cestovnih teretnih vozila na električni pogon u 2022. godini izračunatim u tablici 5. Francuska u 2022. godini bilježi najveći relativni porast od +463,2%. Slijede ju Norveška s porastom od +360,2%, Švedska s +192,7%, Finska s +177,8% te Austrija čiji je relativni porast od +125,0% skoro upola manji nego li prethodne, 2021. godine. Iz tablice 5. može se uočiti kako najveći relativni porast od preostalih promatranih država u 2022. godini ima Ujedinjeno Kraljevstvo od +145,4%, zatim Španjolska koja je unatoč tome što je bila jedina od promatranih država koja je zabilježila relativni pad od -14,1% u 2021. godini, u 2022. godini ostvarila je rast od +106,4%.

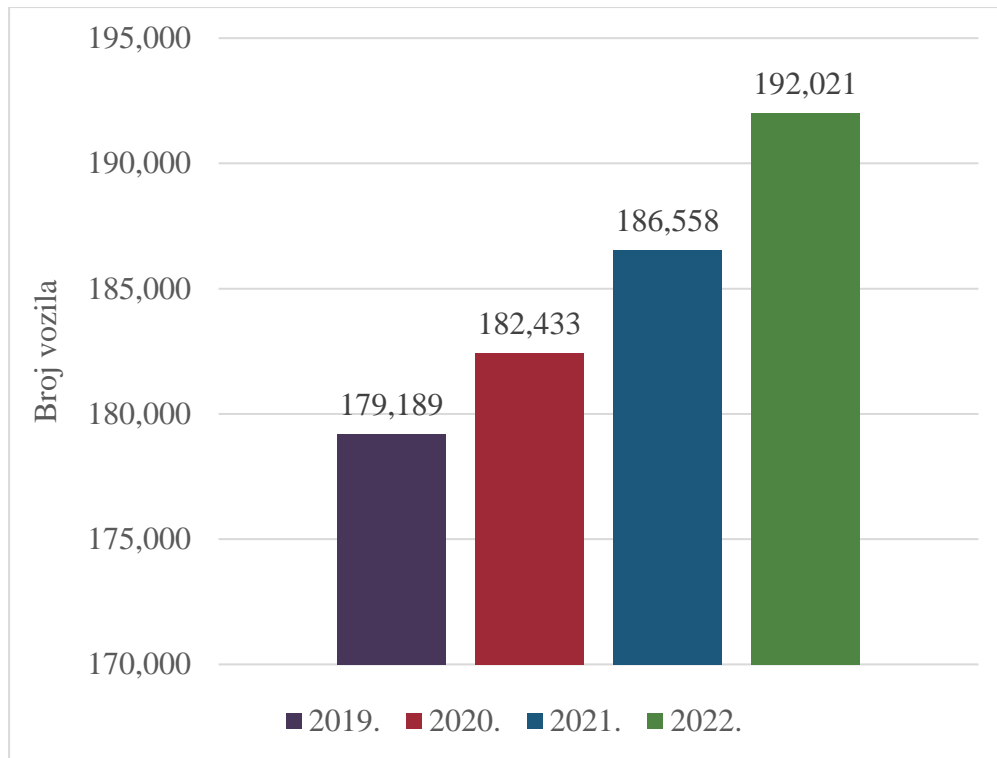
Cestovna teretna vozila pogonjena plinom, uključujući prirodni plin, LPG (Liquefied petroleum gas), LNG (Liquefied natural gas) i CNG (Compressed natural gas) prema podacima sa Eurostata nisu toliko zastupljena u državama Europe izuzev Poljske koja u svojoj floti broji čak 8.168 vozila plin.

Iz tablice 6. može se vidjeti ukupan broj cestovnih teretnih vozila pogonjenih na alternativne izvore energije (električna energija, plin, vodik, biodizel, bioetanol, itd.) u razdoblju od 2019. – 2022. godine promatranih država u Europi. Iz tablice se može primjetiti trend porasta broja ovakvih vozila u promatranim državama Europe. Skoro 90% vozila na alternativne izvore energije u posjedu je Poljske koja u 2022. godini broji 169.871 od ukupno 192.021 vozila.

Tablica 6. Broj cestovnih teretnih vozila na alternativne izvore za promatrane države u Europi energije u razdoblju od 2019. – 2022. godine

| Razdoblje | Broj vozila | | | |
|------------|-------------|---------|---------|---------|
| | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. |
| Danska | n/a | 245 | 319 | 400 |
| Njemačka | 2.531 | 3.386 | 4.693 | 5.610 |
| Irska | 12 | 22 | 36 | 58 |
| Španjolska | 2.652 | 3.214 | 3.491 | 3.894 |
| Francuska | 1.734 | 2.510 | 3.689 | 5.157 |
| Hrvatska | 29 | 29 | 29 | 26 |
| Italija | 1.364 | 1.534 | 1.097 | 1.221 |
| Mađarska | 22 | 37 | 61 | 74 |
| Nizozemska | 750 | 615 | 649 | 720 |
| Austrija | 70 | 88 | 138 | 199 |
| Poljska | 167.638 | 168.210 | 169.154 | 169.871 |
| Finska | 459 | 546 | 679 | 806 |
| Švedska | 1.232 | 1.405 | 1.656 | 2.151 |
| Norveška | 531 | 649 | 884 | 1.359 |
| Švicarska | 165 | 188 | 302 | 475 |
| Ukupno | 179.189 | 182.433 | 186.558 | 192.021 |

[izradio autor prema podacima sa Eurostata]



Grafikon 5. Ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila na alternativne izvore energije promatranih zemalja u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine

Izvor: Tablica 6.

Iz grafikona 5. može se vidjeti ukupan broj cestovnih teretnih vozila na alternativne izvore energije. Broj ovakvih vozila u kontinuiranom je porastu od 2019. godine gdje se bilježilo 179.189, dok je u 2022. taj broj dosegao 192.021. vozilo.

Tablica 7. Stopa godišnje promjena cestovnih teretnih motornih vozila na alternativne izvore energije promatranih zemalja u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine

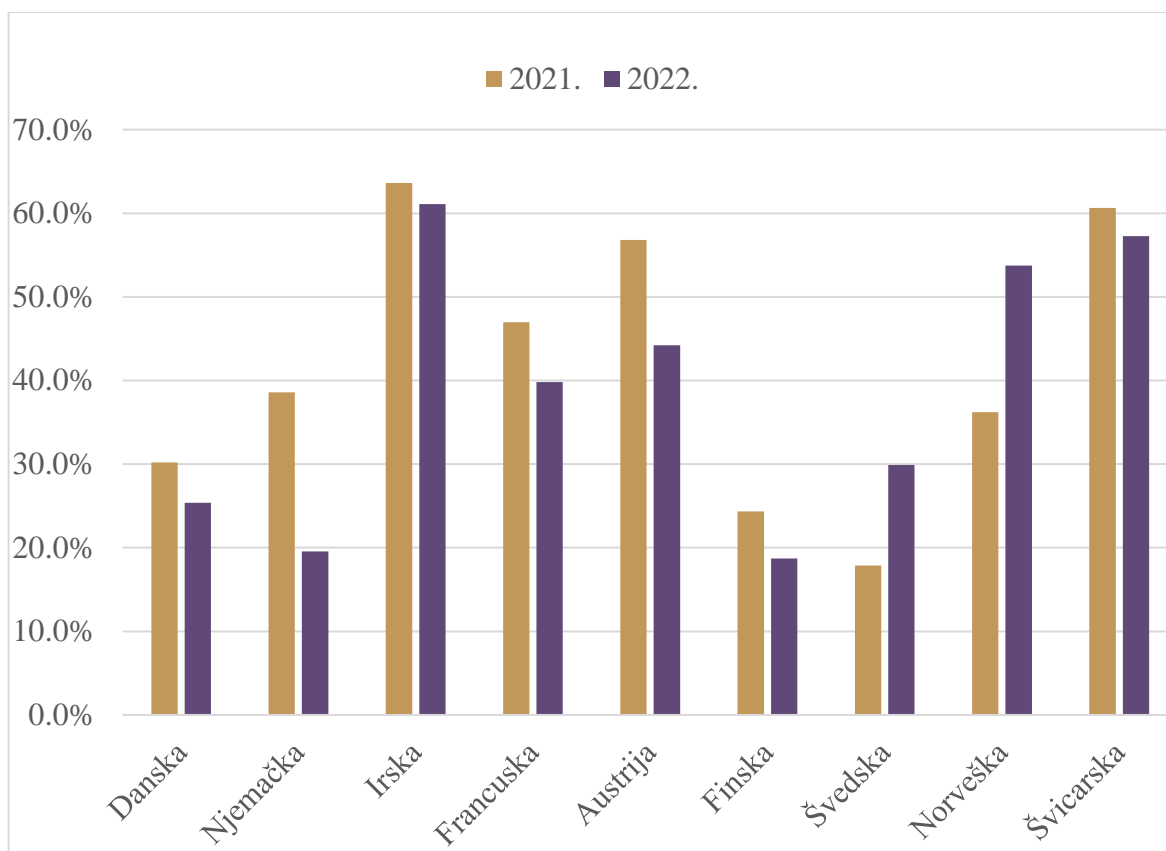
| Razdoblje | Stopa godišnje promjene | | |
|------------|-------------------------|--------|--------|
| | 2020. | 2021. | 2022. |
| Danska | - | +30,2% | +25,4% |
| Njemačka | +33,8% | +38,6% | +19,5% |
| Irska | +83,3% | +63,6% | +61,1% |
| Španjolska | +21,2% | +8,6% | +11,5% |
| Francuska | +44,8% | +47,0% | +39,8% |
| Hrvatska | 0,0% | 0,0% | -10,3% |
| Italija | +12,5% | -28,5% | +11,3% |
| Mađarska | +68,2% | +64,9% | +21,3% |
| Nizozemska | -18,0% | +5,5% | +10,9% |
| Austrija | +25,7% | +56,8% | +44,2% |
| Poljska | +0,3% | +0,6% | +0,4% |
| Finska | +19,0% | +24,4% | +18,7% |
| Švedska | +14,0% | +17,9% | +29,9% |
| Norveška | +22,2% | +36,2% | +53,7% |
| Švicarska | +13,9% | +60,6% | +57,3% |
| Ukupno | +1,8% | +2,3% | +2,9% |

[izradio autor]

Izvor: Tablica 6.

Iz tablice 7. može se primjetiti kako broj ovakvih vozila ima uzastopni porast, 2020. godine on iznosi +1,9% uz ukupan broj od 182.433 vozila dok 2021. taj broj iznosi 186.558 vozila, što je porast od +2,30% u odnosu na 2020. godinu. Trend porasta nastavlja se i u 2022. godini od 2,9% te je ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila na alternativne izvore energije promatranih država u Europi 192.021. U 2021. jedina država s padom broja vozila na alternativne izvore energije bila je Italija koja je bilježila pad od -28,5%. Najveći apsolutni rast u 2021. godini ima Njemačka od +38,6% te bilježi 4.693 vozila što je porast od preko 1300 vozila u odnosu na 2020. godinu. Najveći relativni rast broja ovakvog tipa vozila u 2022. godini ima Irska od +61,1% dok jedini relativni, a ujedno i apsolutni pad u 2022. godini bilježi Hrvatska od -10,3%. Hrvatska od 2019. – 2021. broji 29 ovakvog tipa

vozila te joj se taj broj u 2022. smanjuje na 26. Najveći apsolutni porast u 2022. godini ima Francuska od +39,8% te bilježi 5.157 vozila što je porast od skoro 1500 vozila u odnosu na 2021. godinu.



Grafikon 6. Države s najvećim relativnim porastom broja cestovnih teretnih motornih vozila na alternativne izvore energije promatranih država u Europi u 2022. godini

Iz grafikona 6. mogu se vidjeti države s najvećim relativnim porastom broja cestovnih teretnih motornih vozila na alternativne izvore energije u 2022. godini te njihovi porasti u 2021. godini. Najveći relativni porast broja ovakvih vozila u 2022. godini ima Irska od +61,1% te ju slijedi Švicarska koja bilježi porast od +57,3%. Uz Mađarsku koja u 2021. godini bilježi najveći relativni porast od +64,9% , najveći relativni porast broja ovakvih vozila u 2021. godini ima Irska od +63,6%, zatim Švicarska koja bilježi porast od +60,6% te Austrija koja bilježi porast od +56,8%.

Iz tablice 7. mogu se vidjeti države s najmanjim relativnim porastom broja vozila na alternativne izvore energije. Poljska u 2021. godini bilježi najmanji relativni porast od

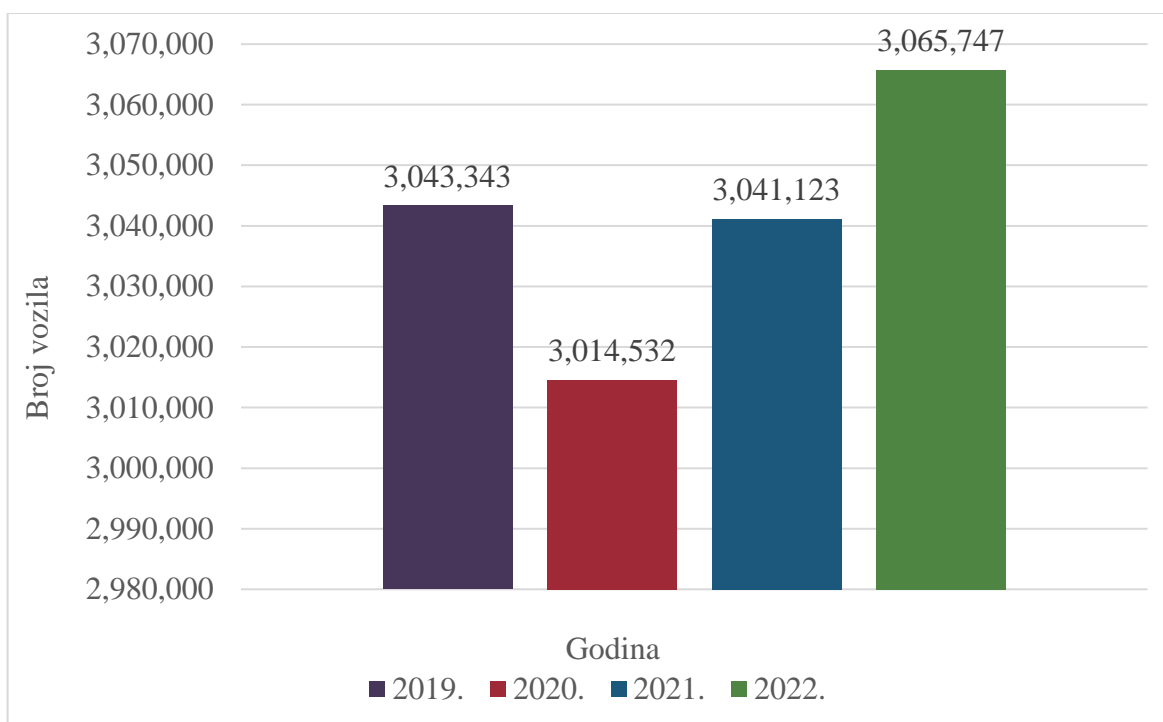
+0,6% te ju slijedi Nizozemska s porastom od +5,5% u 2021. godini. Nizozemska ima i najveći relativni pad broja ovakvih vozila u 2020. godini od -18,0%, dok najveći relativni pad u 2021. godini bilježi Italija od -28,5%. Najmanji relativni porast od +0,4% u 2022. godini opetovano pripada Poljskoj, što nije nimalo iznenađujuće uzimajući u obzir pozamašan broj vozila koja ona posjeduje u svojoj floti.

Zaključno, tablica 8. prikazuje ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila promatranih država. Najveći broj vozila u 2022. godini ima Poljska sa 738.585 vozila, što čini gotovo četvrtinu ukupnog broja vozila promatranih država u Europi u ovom radu, točnije 24,09%. Slijede ju Njemačka s 529.875 vozila te Italija s 517.130 vozila. Iza njih dolaze UK, Španjolska i Francuska sa 300 – tinjak tisuća vozila, dok Hrvatska sa svojih 36.086 vozila čini tek 1,18% od ukupnog broja. U izračun nije uzet podatak broja vozila iz Ujedinjenog Kraljevstva radi nedostupnosti podataka za 2019. i 2020. godinu.

Tablica 8. Ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2022.. godine godine

| Razdoblje | Broj vozila | | | |
|------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. |
| Danska | 27.919 | 27.508 | 27.717 | 27.623 |
| Njemačka | 531.309 | 528.196 | 530.994 | 529.875 |
| Irska | 24.383 | 22.254 | 25.139 | 25.161 |
| Španjolska | 346.624 | 348.271 | 349.197 | 361.399 |
| Francuska | 306.208 | 304.688 | 307.433 | 306.546 |
| Hrvatska | 33.173 | 33.620 | 34.965 | 36.086 |
| Italija | 565.010 | 516.677 | 515.850 | 517.103 |
| Mađarska | 50.957 | 50.923 | 52.230 | 52.485 |
| Nizozemska | 63.081 | 62.491 | 60.867 | 60.811 |
| Austrija | 54.003 | 53.988 | 54.656 | 54.924 |
| Poljska | 703.180 | 715.226 | 728.465 | 738.585 |
| Finska | 161.239 | 165.787 | 169.665 | 172.729 |
| Švedska | 70.634 | 70.846 | 71.665 | 71.679 |
| Norveška | 63.481 | 72.419 | 70.588 | 68.538 |
| Švicarska | 42.142 | 41.638 | 41.692 | 42.203 |
| Ujedinjeno Kraljevstvo | n/a | n/a | 359.435 | 361.724 |
| Ukupno | 3.043.343 | 3.014.532 | 3.041.123 | 3.065.747 |

[izradio autor prema podacima s Eurostata]



Grafikon 7. . Ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine

Izvor: Tablica 8

Iz grafikona 7. može se vidjeti kako je ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone promatranih zemalja Europe u 2019. godini iznosio 3.043.343, dok se ta brojka smanjila za -0,9% u 2020. godini te je ona iznosila 3.014.532 vozila. Broj vozila u 2021. godini povisio se za +0,9% te je iznosio 3.041.123 vozila te je isto tako u 2022. godini imao porast od +0,9% što daje broj od 3.065.747 cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone.

Iz tablice 9. može se vidjeti stopa godišnje promjene ukupnog broja cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone za promatrane države. Najveći relativni porast u 2022. godini bilježi Španjolska od +3,5%, a iza nje dolazi Hrvatska s rastom od +3,2%. Najveći relativni pad u 2022. godini od -2,9% bilježi Norveška. Najveći relativni porast broja vozila u 2021. godini bilježi Irska od +13,0%, a druga država s najvećim porastom ukupnog broja cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone ponovo je Hrvatska s rastom od +4,0%. Najveći relativni pad u 2021. godini bilježi Nizozemska od -2,6%. Najveći aposlutni porast broja vozila u 2021. godini ima Poljska od +1,9% što je porast od preko 13.000 vozila u

odnosu na 2020. godinu. Poljska bilježi i najveći apsolutni porast u 2022. godini od +1,4%, što je porast od preko 10.000 vozila u odnosu na 2021. godinu.

Tablica 9. Stopa godišnje promjene ukupnog broja cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019.-2022. godine

| Stopa godišnje promjene | 2020. | 2021. | 2022. |
|-------------------------|--------|--------|-------|
| Danska | -1,5% | +0,8% | -0,3% |
| Njemačka | -0,6% | +0,5% | -0,2% |
| Irska | -8,7% | +13,0% | +0,1% |
| Španjolska | +0,5% | +0,3% | +3,5% |
| Francuska | -0,5% | +0,9% | -0,3% |
| Hrvatska | +1,3% | +4,0% | +3,2% |
| Italija | -8,6% | -0,2% | +0,2% |
| Mađarska | -0,1% | +2,6% | +0,5% |
| Nizozemska | -0,9% | -2,6% | -0,1% |
| Austrija | 0,0% | +1,2% | +0,5% |
| Poljska | +1,7% | +1,9% | +1,4% |
| Finska | +2,8% | +2,3% | +1,8% |
| Švedska | +0,3% | +1,2% | 0,0% |
| Norveška | +14,1% | -2,5% | -2,9% |
| Švicarska | -1,2% | +0,1% | +1,2% |
| Ujedinjeno Kraljevstvo | - | - | +0,6% |
| Ukupno | -0,9% | +0,9% | +0,8% |

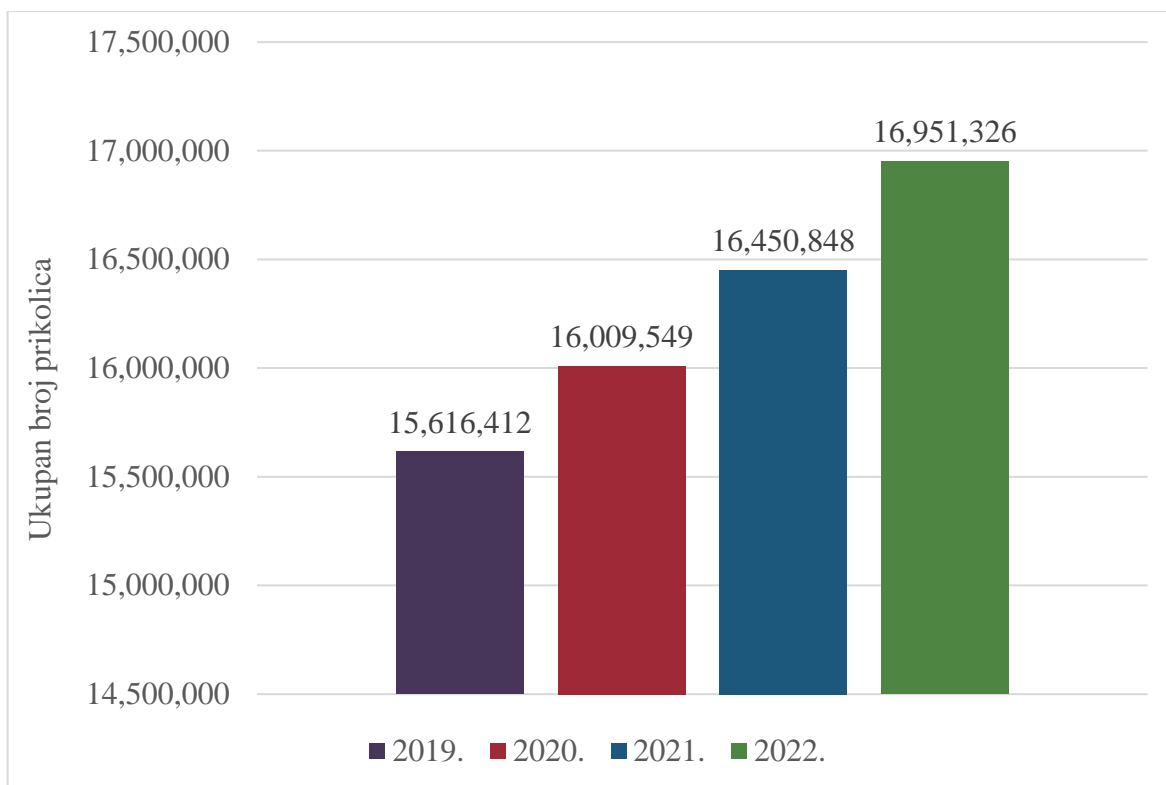
3.2. Analiza stanja priključnih vozila u javnom cestovnom teretnom prometu u zemljama Europe

Nakon analize cestovnih teretnih motornih vozila prema vrsti pogona, analizirat će se stanje priključnih vozila, prikolica i poluprikolica u zemljama Europe u razdoblju od 2019. – 2022. godine. Tablica 10. prikazuje broj registriranih prikolica sa najvećom dopuštenom bruto težinom određenom prema regulativi države u kojoj se ona nalazi. Za potrebe ovog stručnog rada analizirat će se ukupan broj prikolica i poluprikolica navedenih država koje će se radi jednostavnosti izračuna unificirati tako da se najveća dopuštena bruto težina za sve prikolice i poluprikolice istovrsna. Iz tablice 10. može se uočiti kako je ukupan broj prikolica u kontinuiranom porastu. U izračun nisu uzeti podaci za Francusku radi nedostupnosti podataka za 2021. godinu.

Tablica 10. Ukupan broj prikolica promatranih zemalja Europe u razdoblju od 2019. - 2022. godine

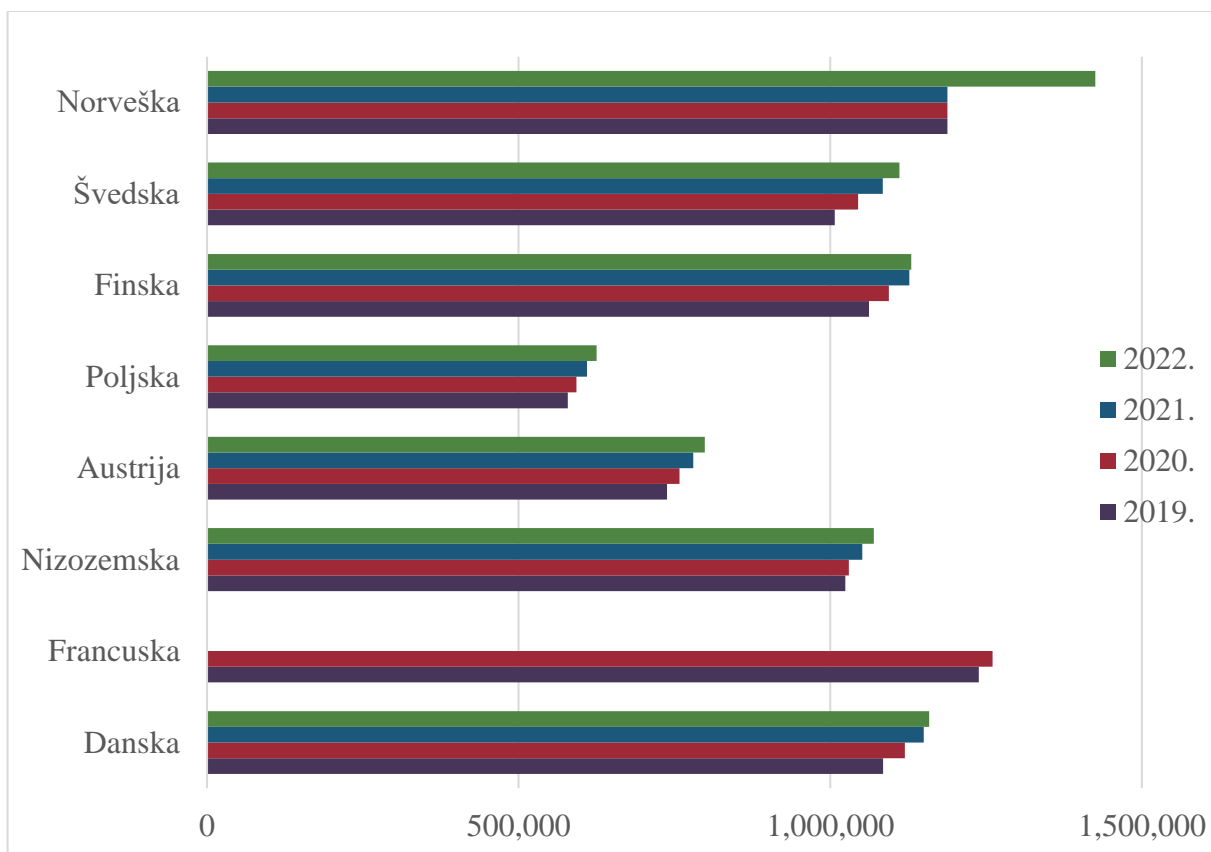
| Razdoblje | Broj vozila | | | |
|------------|-------------|------------|------------|------------|
| | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. |
| Danska | 1.084.886 | 1.119.799 | 1.149.834 | 1.158.652 |
| Njemačka | 7.652.232 | 7.867.929 | 8.102.581 | 8.299.390 |
| Španjolska | 207.226 | 213.857 | 221.872 | 161.893 |
| Francuska | 1.238.248 | 1.260.282 | n/a | n/a |
| Hrvatska | 33.423 | 35.489 | 37.892 | 40.008 |
| Italija | 286.960 | 293.513 | 303.621 | 314.968 |
| Mađarska | 462.061 | 474.422 | 490.022 | 504.923 |
| Nizozemska | 1.024.217 | 1.029.636 | 1.051.486 | 1.069.827 |
| Austrija | 738.224 | 758.034 | 780.424 | 798.651 |
| Poljska | 578.893 | 592.498 | 609.670 | 624.928 |
| Finska | 1.061.985 | 1.093.988 | 1.126.954 | 1.129.848 |
| Švedska | 1.007.137 | 1.044.895 | 1.084.162 | 1.110.723 |
| Norveška | 1.187.927 | 1.187.927 | 1,187.927 | 1.425.052 |
| Švicarska | 291.241 | 297.562 | 304.403 | 312.463 |
| Ukupno | 15.616.412 | 16.009.549 | 16.450.848 | 16.951.326 |

[izradio autor prema podacima sa Eurostata]



Grafikon 8. Ukupan broj prikolica za promatrane države Europe u razdoblju od 2019. - 2022. godine

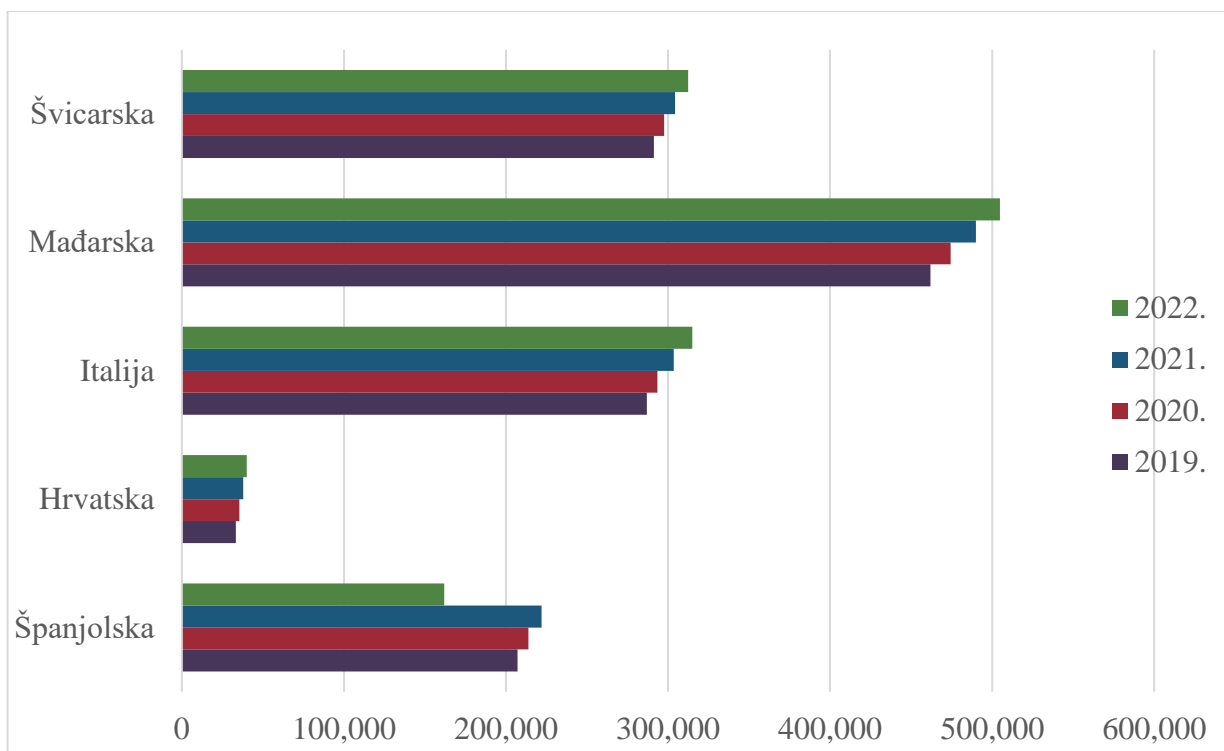
Iz grafikona 8. može se uočiti trend porasta ukupnog broja prikolica za promatrane države u razdoblju od 2019. – 2022. godine. Broj prikolica iz 2019. od 15.616.412 u četiri godine skočio je na 16.951.326 što je porast za +8,55%.



Grafikon 9. Promatrane države s najvećim brojem prikolica u razdoblju od 2019. - 2022. godine

Izvor: Tablica 10.

Zbog jednostavnijeg prikaza na grafikonu 9. nije prikazana Njemačka koja ima daleko najveći broj prikolica od promatranih država. Ona u 2022. godini broji 7.867.929 prikolica. Iza nje nalazi se Norveška s 1.425.052. prikolice. Slijede ju Francuska, Danska, Nizozemska, Finska, Švedska i Norveška svaka sa nešto više od milijun registriranih prikolica.



Grafikon 10. Broj prikolica preostalih država u razdoblju od 2019. - 2022. godine

Izvor: Tablica 10.

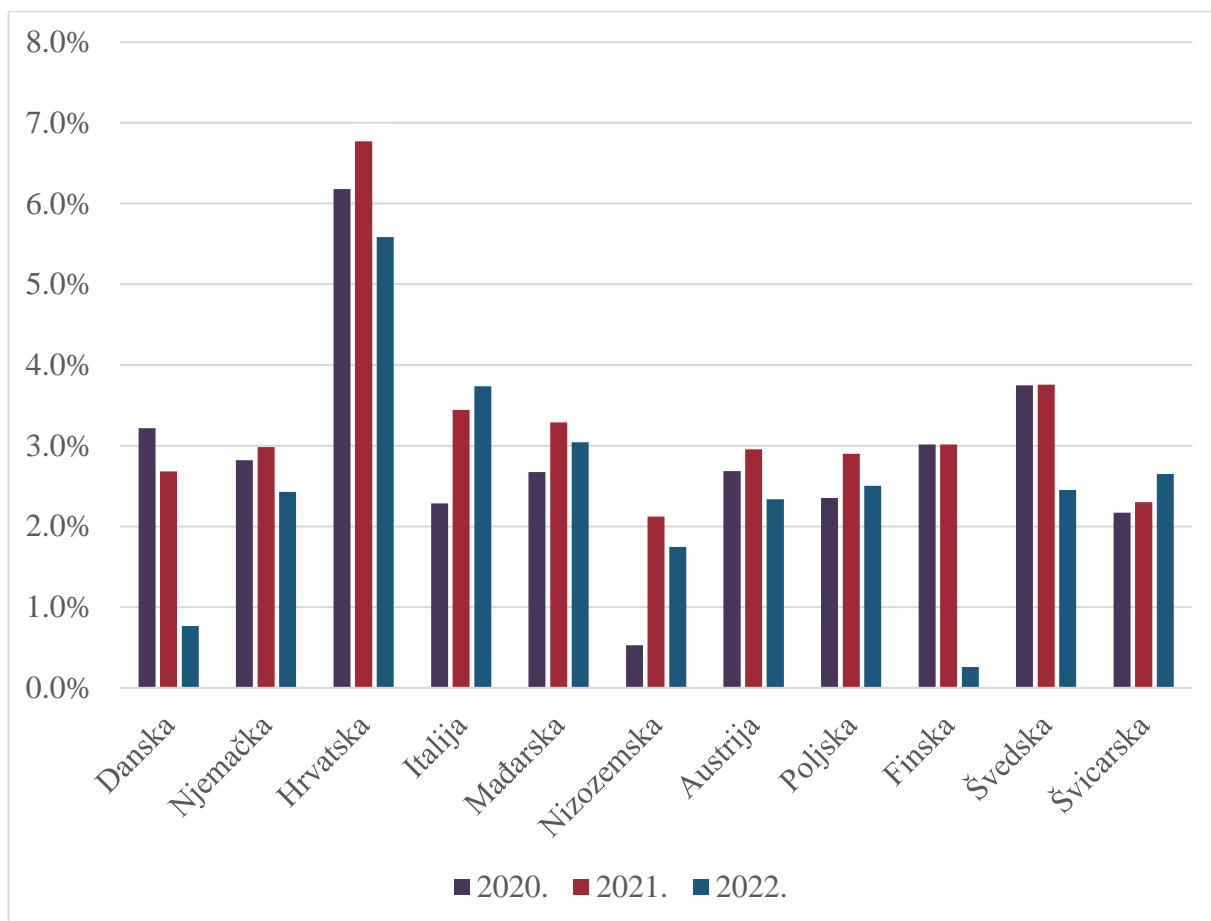
Iz grafikona 10. može se vidjeti kako najveći broj prikolica preostalih država u 2022. ima Mađarska koja broji 504.923 prikolice, Italija s 314.968 dok Hrvatska ima 40.008 prikolica.

Tablica 11. prikazuje stopu godišnje promjene broja prikolica promatranih država u Europi u 2020. i 2021. godini. Najveći relativni porast broja prikolica u 2021. godini bilježi Hrvatska od +6,8%. Hrvatska u 2021. broji 37.892 prikolice što je 13,37% više u odnosu na 2019. godinu. Stanje broja prikolica u Norveškoj u 2021. u odnosu na 2020. nije se promijenilo. Najveći apsolutni porast broja prikolica u 2021. godini ima Njemačka koja bilježi porast +3,0% te u odnosu na 2020. ima skoro 250.000 prikolica više.

Tablica 11. Stopa godišnje promjene broja prikolica za promatrane države u razdoblju od 2019. - 2022. godine

| Stopa godišnje promjene | 2020. | 2021. | 2022. |
|-------------------------|-------|-------|--------|
| Danska | +3,2% | +2,7% | +0,8% |
| Njemačka | +2,8% | +3,0% | +2,4% |
| Španjolska | +3,2% | +3,7% | -27,0% |
| Francuska | +1,8% | - | - |
| Hrvatska | +6,2% | +6,8% | +5,6% |
| Italija | +2,3% | +3,4% | +3,7% |
| Mađarska | +2,7% | +3,3% | +3,0% |
| Nizozemska | +0,5% | +2,1% | +1,7% |
| Austrija | +2,7% | +3,0% | +2,3% |
| Poljska | +2,4% | +2,9% | +2,5% |
| Finska | +3,0% | +3,0% | +0,3% |
| Švedska | +3,7% | +3,8% | +2,4% |
| Norveška | 0,0% | 0,0% | +20,0% |
| Švicarska | +2,2% | +2,3% | +2,6% |
| Ukupno | +2,5% | +2,8% | +3,0% |

[izradio autor]



Grafikon 11. Države s najvećom relativnom stopom rasta broja prikolica u razdoblju od 2019. – 2022. godine

Izvor: Tablica 11.

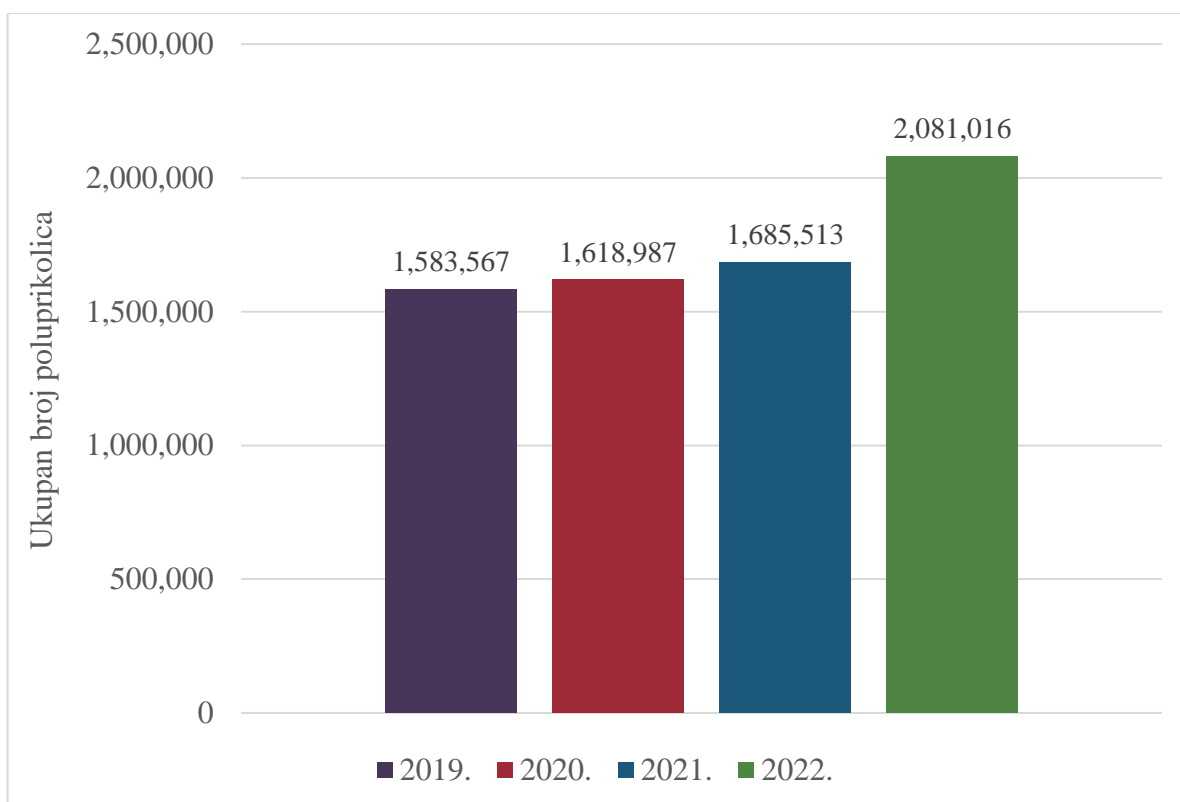
Grafikon 11. prikazuje države s najvećom stopom godišnje promjene broja prikolica u periodu od 2019. – 2022. godine. Hrvatska bilježi najveći relativni porast broja prikolica analiziranih država u Europi tokom cijelog promatranog razdoblja. Njen relativni porast broja prikolica u 2020. iznosi +6,2%, u 2021. +6,8%, a u 2022. godini +5,6%. Druga država s najvećim relativnim porastom u 2020. i 2021. godini je Švedska, dok kontinuirani porast kroz cijelo promatrano razdoblje imaju i Italija i Švicarska. Države s najmanjom relativnom stopom promjene u 2020. i 2021. godini je Norveška koja prema podacima s Eurostata ne bilježi ni pad ni rast u spomenutim godinama, no zato bilježi porast od čak 20,0% u 2022. godini. Kao zemlje s niskom relativnom stopom promjene broja prikolica tokom cijelog promatranog razdoblja mogu se izdvojiti Nizozemska i Švicarska.

Zaključna analiza vodit će iz tablice 12. koja prikazuje ukupan broj registriranih poluprikolica u razdoblju od 2019. – 2022. za promatrane države u Europi. S tablice se može uočiti kako najveći broj poluprikolica, zaključno s 2022. godinom ima Poljska, koja bilježi 532.762 poluprikolica. Najmanji broj poluprikolica u 2022. godini ima Norveška koja bilježi 12.579 poluprikolice. Hrvatska u 2022. godini ima 17.342 poluprikolice. U izračun nisu uzeti podaci za Francusku radi nedostupnosti podataka za 2021. godinu.

Tablica 12. Broj poluprikolica za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. -2022. godine

| Razdoblje | Broj vozila | | | |
|------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. |
| Danska | 45.219 | 45.517 | 48.229 | 50.848 |
| Njemačka | 365.396 | 370.499 | 383.027 | 398.452 |
| Španjolska | 280.597 | 284.635 | 290.583 | 293.266 |
| Francuska | 313.493 | 315.738 | n/a | 327.181 |
| Hrvatska | 14.629 | 15.517 | 16.516 | 17.342 |
| Italija | 118.438 | 121.285 | 125.609 | 129.762 |
| Nizozemska | 168.513 | 170.014 | 177.294 | 185.262 |
| Austrija | 37.670 | 37.680 | 38.598 | 39.552 |
| Poljska | 447.212 | 467.910 | 503.812 | 532.762 |
| Finska | 38.718 | 39.164 | 39.924 | 40.790 |
| Švedska | 31.389 | 30.909 | 32.173 | 34.365 |
| Norveška | 17.955 | 17.955 | 11.522 | 12.579 |
| Švicarska | 17.831 | 17.902 | 18.226 | 18.855 |
| Ukupno | 1.583.567 | 1.618.987 | 1.685.513 | 2.081.016 |

[izradio autor prema podacima sa Eurostata]



Grafikon 12. Ukupan broj poluprikolica za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine

[izradio autor]

Iz grafikona 12. može se uočiti kako se broj poluprikolica kroz promatrano razdoblje povećava. Broj poluprikolica u 2019. iznosio je 1.629.824 te se taj broj povećao za +1,98% u 2020. godini iznosivši 1.662.022 poluprikolica. U 2021. godini, ukupan broj poluprikolica ponovo je porasao i to za +3,86% te je iznosio 1.726.719 poluprikolica dok je u 2022. broj prikolica povećao se na 2.081.016 što je porast od +23,5%.

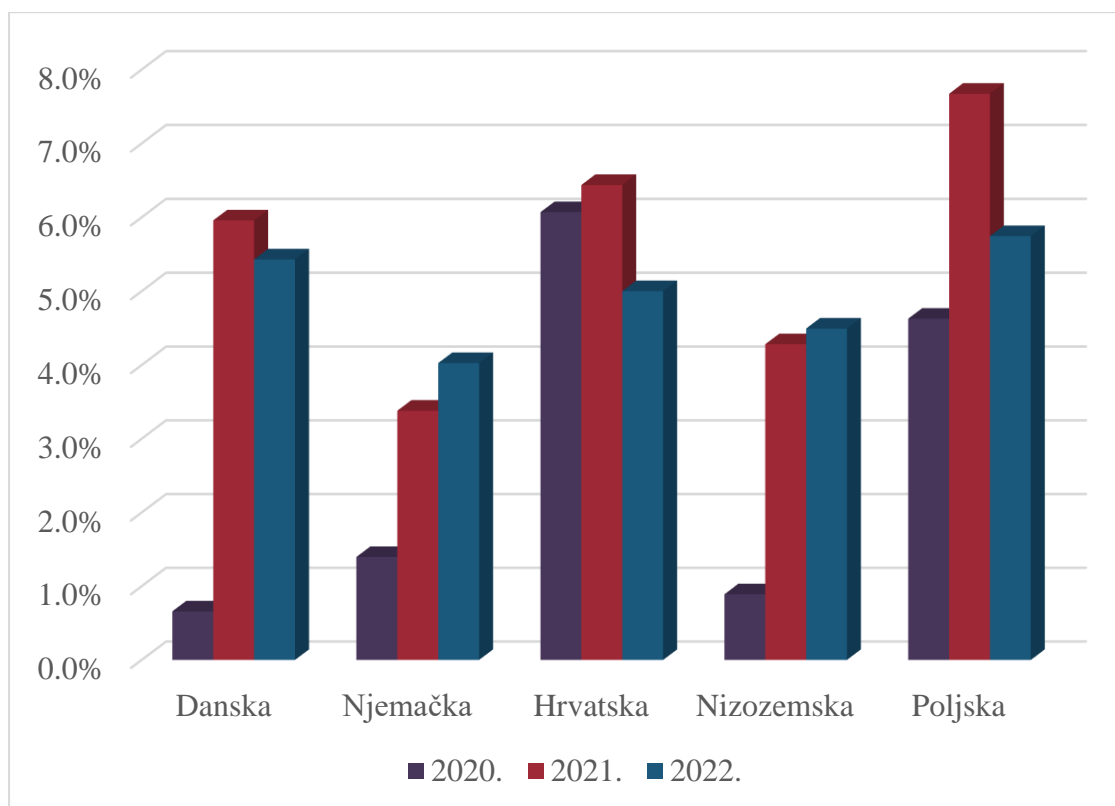
U nastavku rada, tablica 13. pokazuje stopu godišnje promjene broja poluprikolica za promatrane države u 2020. i 2021. godini. Najveći relativni te apsolutni porast broja poluprikolica u 2021. godini ima Poljska od +7,7% što je preko 35.000 poluprikolica više nego 2020. godine. Druga država s najvećim relativnim porastom broja poluprikolica je Hrvatska koja bilježi rast od +6,4%. Najveći relativni te apsolutni pad broja poluprikolica u 2021. godini ima Norveška i to za čak -35,8%, što je skoro 6.500 poluprikolica manje nego 2020. godine.

Tablica 13. . Stopa godišnje promjene broja poluprikolica za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine

| Stopa godišnje promjene | 2020. | 2021. | 2022. |
|-------------------------|-------|--------|--------|
| Danska | +0,7% | +6,0% | +5,4% |
| Njemačka | +1,4% | +3,4% | +4,0% |
| Španjolska | +1,4% | +2,1% | +0,9% |
| Francuska | +0,7% | - | - |
| Hrvatska | +6,1% | +6,4% | +5,0% |
| Italija | +2,4% | +3,6% | +3,3% |
| Nizozemska | +0,9% | +4,3% | +4,5% |
| Austrija | 0,0% | +2,4% | +2,5% |
| Poljska | +4,6% | +7,7% | +5,8% |
| Finska | +1,2% | +1,9% | +2,2% |
| Švedska | -1,5% | +4,1% | +6,8% |
| Norveška | 0,0% | -35,8% | +9,2% |
| Švicarska | +0,4% | +1,8% | +3,5% |
| Ukupno | +2,2% | +4,1% | +23,5% |

[izradio autor]

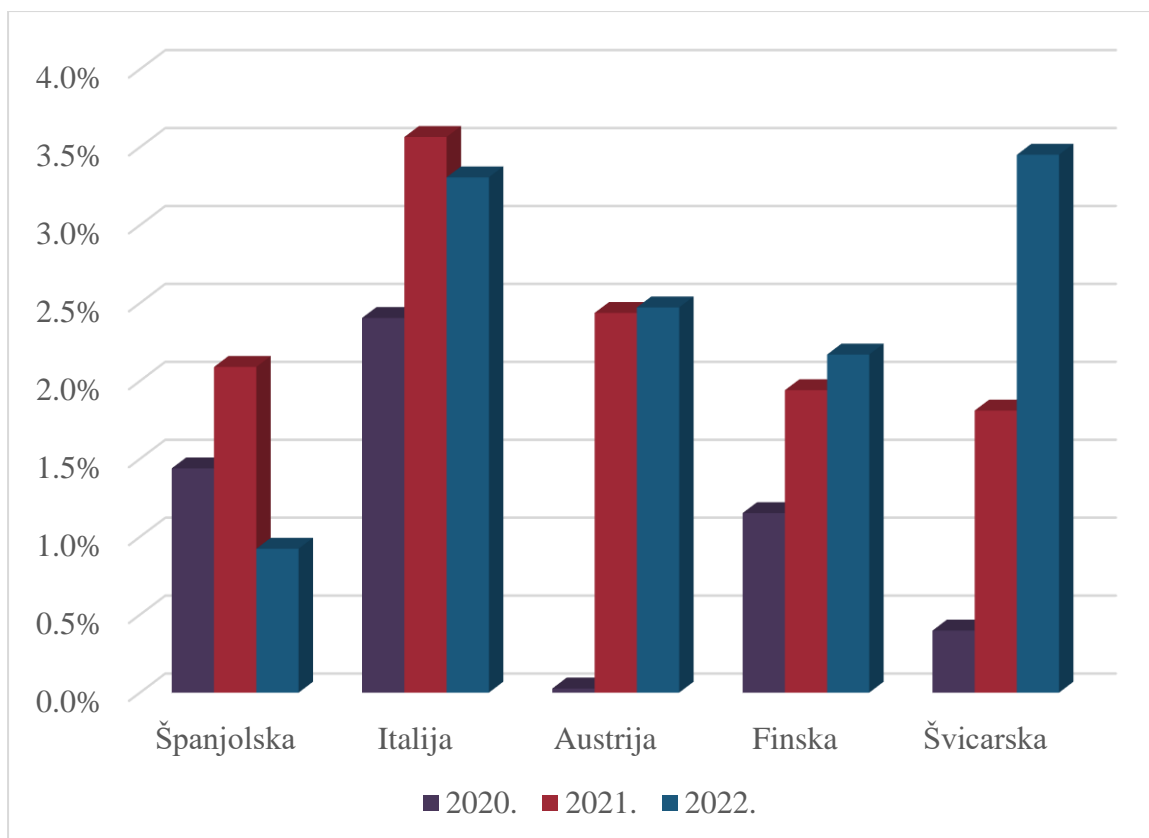
Izvor : Tablica 12.



Grafikon 13. Države s najvećom relativnom stopom porasta broja poluprikolica u razdoblju od 2019. – 2022. godine

Izvor: Tablica 13.

Grafikon 13. prikazuje države s najvećim relativnim porastom broja poluprikolica u razdoblju od 2019. – 2022. godine. Na grafikonu 13. može se uočiti kako najveći relativni porast broja poluprikolica u 2020. godini ima Hrvatska od +6,1%. U 2021. godini najveći relativni porast ima Danska od +6,0%, što je značajan rast u odnosu na 2020. godinu kada je bilježila porast od samo +0,7%. U 2022. godini od promatranih država na grafikonu 13. najveći relativni porast ima Poljska od +5,8%, iza nje dolazi Danska s porastom od +5,4% te Hrvatska s rastom od +5,0%.



Grafikon 14. Države s najmanjom relativnom stopom rasta broja poluprikolica u razdoblju od 2019. - 2022. godine

Izvor: Tablica 13.

Grafikon 14. prikazuje nam države s najmanjom stopom porasta broja poluprikolica u razdoblju od 2019. – 2022. godine. Najmanju relativnu stopu u 2022. godini bilježi Španjolska s rastom od tek +0,9%.

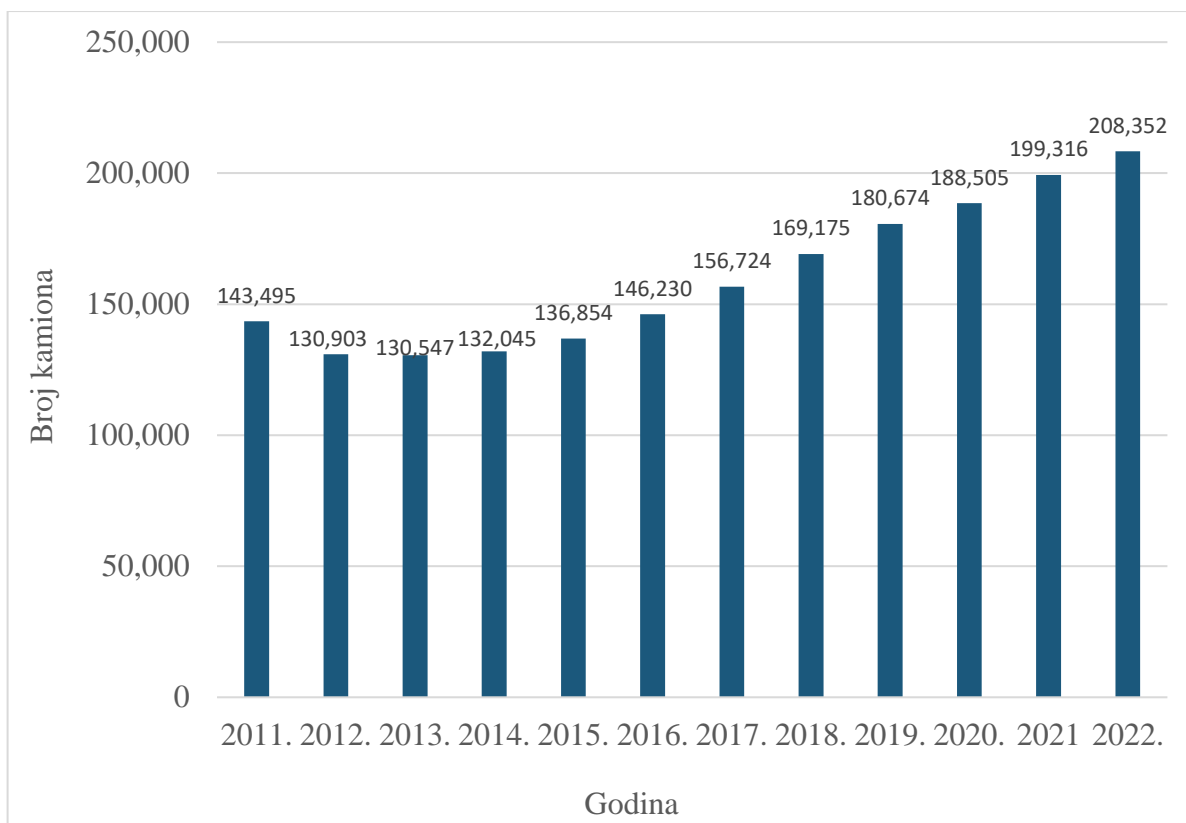
3.3. Stanje cestovnih teretnih vozila u Hrvatskoj

Stanje cestovnih teretnih motornih vozila u Republici Hrvatskoj predočiti će se pomoću tablice 14. koja opisuje konfiguraciju teretnih vozila, odnosno broj pojedinih vrsta teretnih vozila u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2011. do 2022. godine. Zaključno s 2022. godinom, Hrvatska ima 208.352 kamiona, 15.371 cestovnih tegljača te 57.352 priključnih vozila. Iz tablice 14. može se primjetiti kako od ukupnog broja svih cestovnih teretnih vozila, najveći broj ima kamiona koji ima prosječnu stope godišnje promjene od +3,45%. Najveću prosječnu stopu godišnje promjene imaju cestovni tegljači od 5,85%. Prosječna stopa godišnja promjene ukupnog broja cestovnih teretnih vozila u razdoblju od 2011. do 2022. godine iznosi +3,87. Isto tako, s tablice se može uočiti kako najveću stopu promjene u 2022. u odnosu na 2011. godinu imaju cestovni tegljači od 91,3% dok stopa promjene za priključna vozila iznosi +71,54%, a za kamione +45,2%. Stopa promjene u 2022. u odnosu na 2011. godinu za sva cestovna teretna vozila u Republici Hrvatskoj iznosi +51,8%.

Tablica 14. Broj cestovnih teretnih vozila u RH u razdoblju od 2011. do 2022. godine

| Razdoblje | Prijevozna sredstva (broj) | | | Ukupno |
|---|----------------------------|-------------------|-------------------|---------|
| | Kamioni | Cestovni tegljači | Priključna vozila | |
| 2011. | 143.495 | 8.223 | 33.434 | 185.152 |
| 2012. | 130.903 | 7.673 | 31.221 | 169.797 |
| 2013. | 130.547 | 8.010 | 33.260 | 130.547 |
| 2014. | 132.045 | 8.662 | 35.273 | 175.980 |
| 2015. | 136.854 | 9.329 | 36.957 | 183.140 |
| 2016. | 146.230 | 10.443 | 39.294 | 49.737 |
| 2017. | 156.724 | 11.334 | 42.032 | 210.090 |
| 2018. | 169.175 | 12.229 | 44.795 | 226.199 |
| 2019. | 180.674 | 12.976 | 48.052 | 241.702 |
| 2020. | 188.505 | 13.781 | 51.006 | 253.292 |
| 2021. | 199.316 | 14.586 | 54.408 | 268.310 |
| 2022. | 208.352 | 15.371 | 57.352 | 281.075 |
| Prosječna stopa godišnje promjene: | +3,45% | +5,85% | +5,03% | +3,87% |
| Stopa promjene u 2022. u odnosu na 2011. godinu | +45,2% | +91,3% | +71,54% | +51,8% |

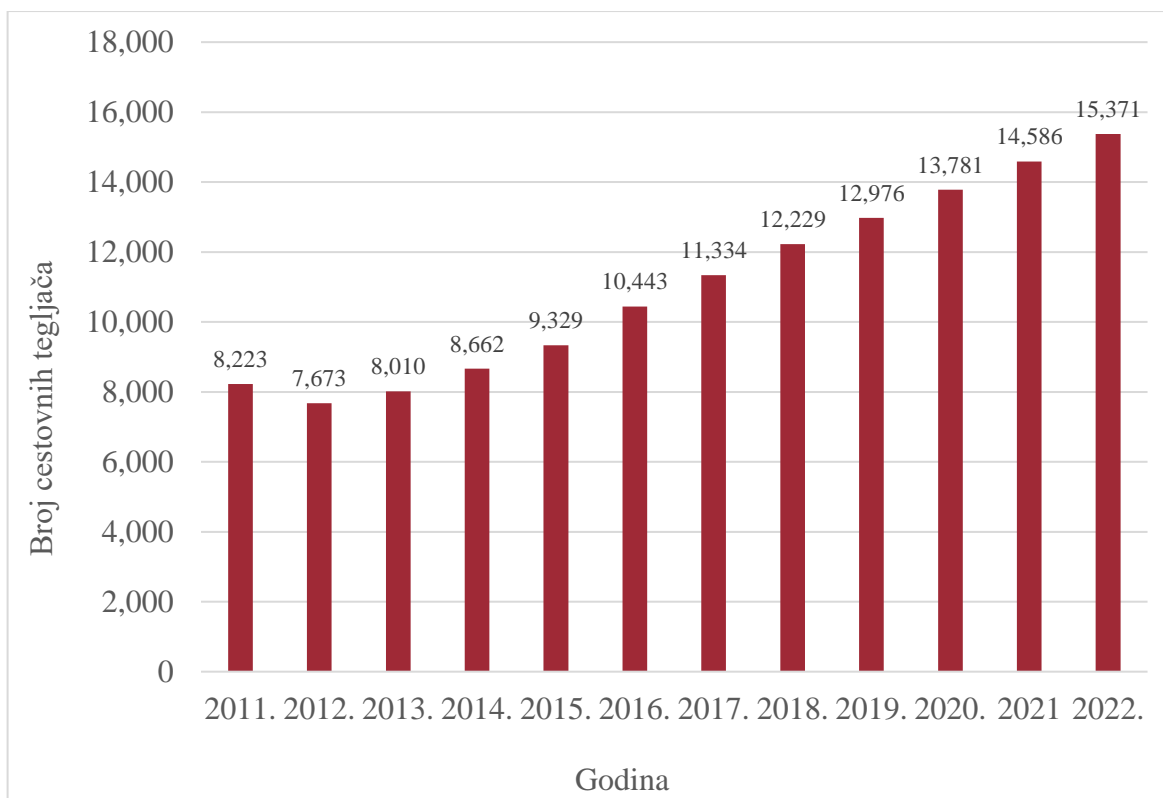
[izradio autor prema podacima s Eurostata]



Grafikon 15. Broj kamiona u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2011. - 2022. godine

Izvor: Tablica 14.

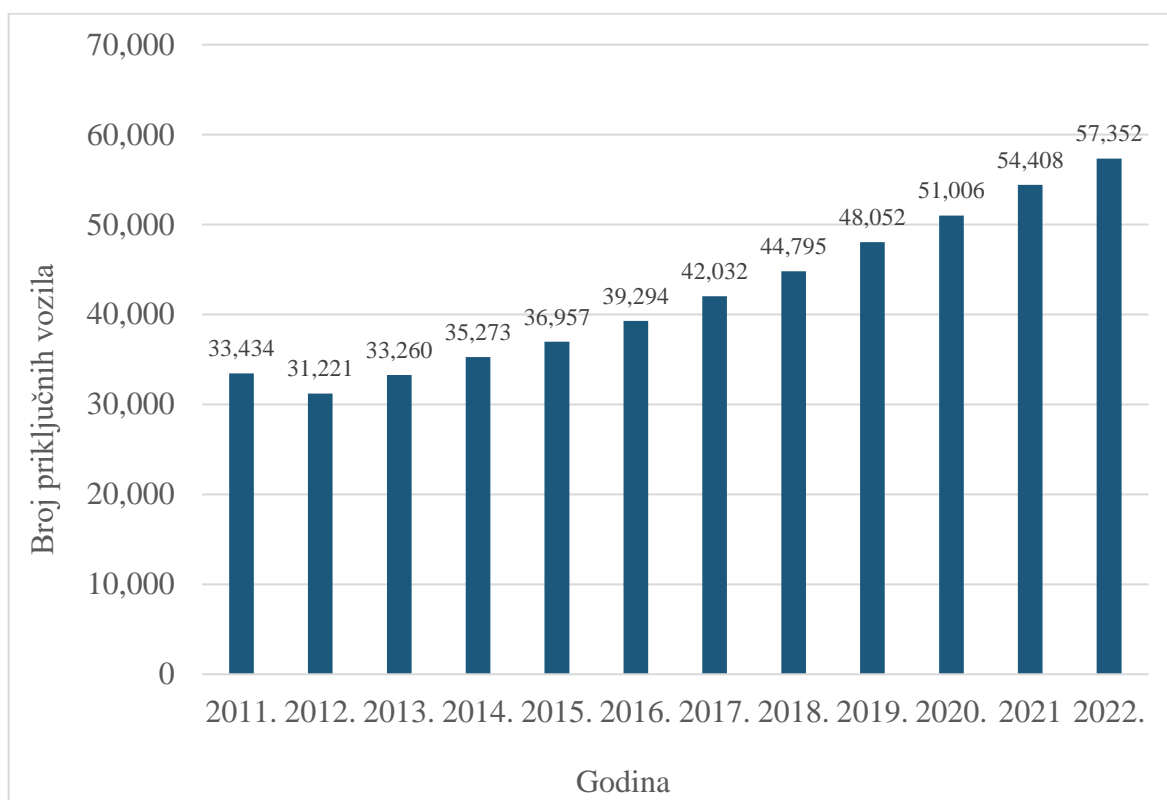
Grafikon 15. prikazuje broj kamiona u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2011. do 2022. godine. Iz grafikona se može uočiti kako se već u 2012. broj kamiona u odnosu na 2011. smanjio. Hrvatska je u 2011. godini brojala 143.495 kamiona dok u 2012. godini broji njih 130.903 što je pad od -8,8%, odnosno Hrvatska broji 12.592 kamiona manje nego 2011. godine. Isto tako, u 2013. godini dogodio se neznatan pad broja kamiona, no već u 2014. godini Hrvatska ulazi u trend kontinuiranog porasta broja kamiona do kraja promatranog razdoblja. Najveći porast broja kamiona dogodio se u 2018. godini gdje Hrvatska broji 169.175 kamiona što je porast +7,9%, odnosno 12.451 kamion više u odnosu na 2017. godinu kada je Hrvatska brojala 156.724 kamiona.



Grafikon 16.. Broj cestovnih tegljača u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2011. - 2022. godine

Izvor: Tablica 14.

Grafikon 16. prikazuje broj cestovnih tegljača u Hrvatskoj u razdoblju od 2011. – 2022. godine. Iz grafikona se može uočiti pad broja cestovnih tegljača u 2012. u odnosu na 2011. godinu. Hrvatska je u 2011. godini brojala 8.223 cestovnih tegljača dok naredne 2012. godine broji njih 7.673 što je pad od -6,7%, odnosno Hrvatska broji 550 cestovnih tegljača manje nego 2011. godine. Nakon 2012. godine Hrvatska ulazi u trend kontinuiranog porasta broja cestovnih tegljača sve do kraja promatranog razdoblja. Najveći porast dogodio se u 2016. godini kada Hrvatska broji 10.433 cestovnih tegljača što je porast od 11,9%, odnosno 1.114 više u odnosu na prethodnu 2015. godinu kada je Hrvatska brojala 9.329 cestovnih tegljača.

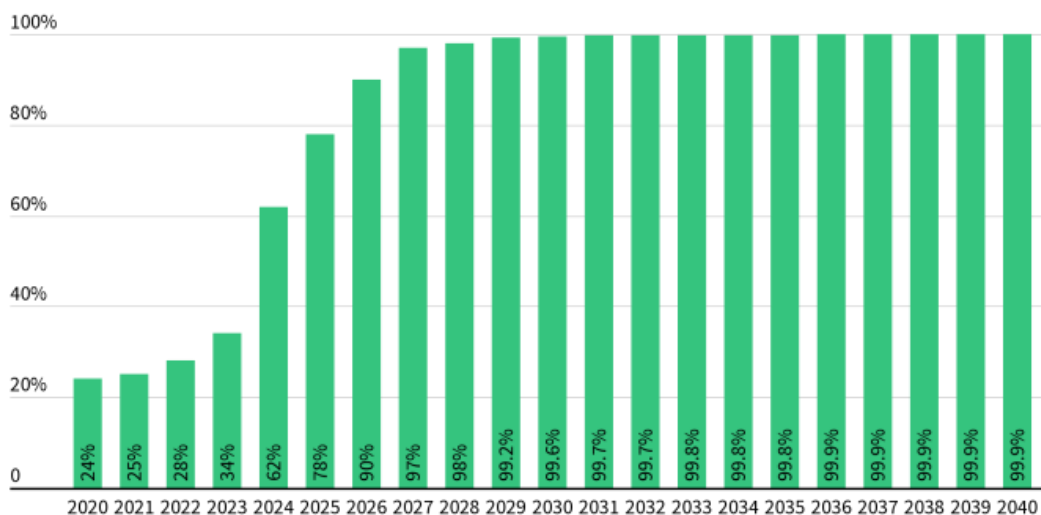


Grafikon 17. Broj priključnih vozila u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2011. - 2022. godine

Izvor: Tablica 14.

4. TRENDOVI RAZVITKA CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA

Vodeći svjetski trend razvitka cestovnih motornih vozila su vozila sa nultom emisijom – vozila s električnom baterijom (BEV) te električno vozilo na gorive ćelije (FCEV). Navedena vozila optimalan su način dekarbonizacije cestovnog teretnog prometa, no vrijeme tranzicije od vozila s motorima na unutarnje izgaranje do električnih vozila još nije poznato. Neovisna istraživačka organizacija „ Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO) uspoređuje kompletne troškove vlasništva dizel. BEV i FCEV vozila te određuje kada će alternativni transport s nultom emisijom postati jeftiniji od konvencionalnog transporta. Operativni zahtjevi poput: dostatnog dometa vožnje, bez dodatnih vremenskih gubitaka radi ponovnog punjenja ili dolijevanja goriva, slične mogućnosti nosivosti – važni su uvjeti za autoprijevoznike kod prelaska na vozila s nultom emisijom. [25]



Slika 17. Postotak cestovnih teretnih motornih vozila s nultom emisijom koja prednjače nad teretnim vozilima s dizel motorom od 2020. – 2040. godine

[25]

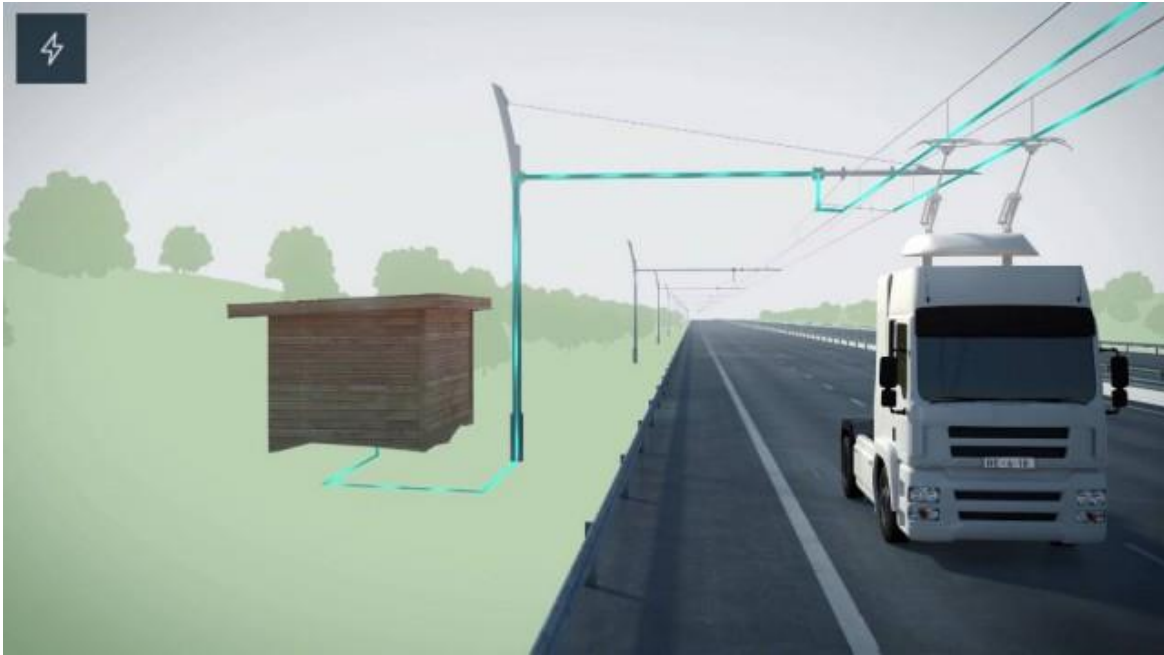
Za urbana dostavna vozila, potencijal prelaska na vozila s nultom emisijom već danas je vrlo visok. Više od njih 70% trenutno je jeftinije za posjedovanje i upravljanje uz

ispunjavanje operativnih zahtjeva. Potencijal implementacije vozila s nultom emisijom u regionalnoj zoni operacija rapidno će se povećati na 90% do sredine desetljeća. Urbana te regionalna dostavna vozila potpuno će preći na nultu emisiju do 2030. godine. Kamioni za dugolinijske prijevoze biti će nešto sporiji u potencijalu preuzimanja nulte emisije, ali će brzo rasti na zastupljenost od 80% do 2026. te 99,5 % do 2030. godine. Objedinjujući sva vozila za gradsku i regionalnu dostavu te kamione za duge relacije, potencijal preuzimanja vozila s nultom emisijom doseže 99,6% do 2030. i 99,8% do 2035. Drugim riječima, iz operativne i troškovne perspektive, svi novi teretni kamioni mogli bi se prebaciti na nultu emisiju već do 2035. godine. Mali dio kamiona na duge relacije u slučajevima uporabe za iznimno velike dnevne udaljenosti ostaje povoljniji koristeći dizel u 2035. [25]

4.1. Elektrifikacija cestovnog teretnog prijevoza

Inovacija njemačke megakompanije Siemens, elektronička autocesta (e. *eHighway*), mogla bi uvelike promijeniti pogled na teretni prijevoz kao na jedan od najvećih sudionika u emisiji CO₂ i zagađenju okoliša. Naime, Siemens je odlučio spojiti efikasnost i ekonomičnost željezničkog moda prijevoza sa fleksibilnošću cestovnog prijevoza izgradnjom dinamične infrastrukture za punjenje na pojedinim dijelovima autoceste pomoću koje bi se napajao električni motor teretnog vozila. Ključna inovacija ovog projekta je pomični pantograf koji ima sposobnost spajanja na kontaktnu mrežu pri bilo kakvoj brzini na autocesti. Glavne prednosti ovog sistema su:

1. dekarbonizacija cestovnog teretnog prometa
2. redukcija lokalnog onečišćenja zraka
3. visoka energetska iskoristivost
4. niski operativni troškovi
5. rapidna integracija u postojeću infrastrukturu
6. teretna vozila potpuno su električni pogonjena dok u isto vrijeme mogu puniti svoje električne baterije



Slika 18. . Shema infrastrukture za električno napajanje teretnog vozila tokom vožnje

[26]

Prva e – autocesta otvorena je u Švedskoj 2016. godine, dva kilometra duga dionica sjeverno od Stockholma koja povezuje industrijsko središte s lukom, korak je naprijed ka cilju Švedske da do 2030. godine uspostavi transport neovisan o fosilnim gorivima. Na njemačkom Autobanhu 2017. godine otvorena je deset kilometara duga dionica za kompaniju Hessen Mobil. Iste godine, testirana je i otvorena dvije milje duga dionica u blizini jednih od najvećih američkih luka, Los Angeles i Long Beach. Uz pozitivne ekološke efekte koje ovaj sistem prijevoza ostvaruje, bitno je naglasiti da je ovaj sustav i ekonomski isplativ. Siemens tvrdi da je moguća ušteda od 16 000 € za 40 – tonski kamion koji bi prešao 100 000 km na e – autocesti (bazirano na tome da je 1,25 €/l dizela i 0,15€/kWH struje).

[26]

4.2. Teretna vozila na vodikov pogon

Pozitivni učinci vodika, kao alternativnog goriva za pogon cestovnih vozila, uvelike dolaze do izražaja u primjeni kod cestovnih teretnih vozila. Postoje dvije varijante iskorištavanja vodika za pogon motora, a prva od njih je rad motora s izgaranjem vodika. Motori s izgaranjem vodika koriste vodik kao gorivo, odnosno spaljuju ga u komori za izgaranje kako bi stvorili toplinu i kinetičku energiju. Princip rada sličan je benzinskom motoru. Smjesa vodika i kisika zapaljuje se iskrom, koju može proizvesti svjećica, te se radi toga konvencionalni benzinski motori lako mogu prilagoditi za sagorijevanje vodika uz LPG (Liquid petroleum gas), tj. ukapljeni naftni plin. Druga varijanta je pretvoreni vodikov motor na gorive ćelije. Obrnutim procesom elektrolize, vodikov plin razgrađuje se na vodik i dva slobodna elektrona koji prolazeći kroz vanjski krug baterije proizvode električnu energiju dok se oslobođeni vodik spaja s kisikom i tvori vodenu paru. Motor s vodikovim gorivnim ćelijama ne proizvodi NO_x (dušikove okside) ili ostale plinove koji nastaju u radu motora s unutarnjim izgaranjem te tako ovaj motor ima nultu emisiju. Prednosti uporabe ovakvih motora kod cestovnih teretnih vozila najveća je radi energetske učinkovitosti vodika, tj. vrlo malo goriva je potrebno kako bi se iskoristio sav dolazni zrak i time dobila energija. Rezultat toga je i manji broj potrebnih baterija (vodikove baterije su lakše od baterija u električnim vozilima) što omogućuje putovanje na veće udaljenosti uz veću korisnu nosivost vozila. Isto tako, vozila na vodikov pogon imaju jako kratko dopunjenje goriva što omogućuje veću operativnu fleksibilnost. [27]

Teretna vozila na vodikov pogon u eksperimentalnoj su fazi, no britanski projekt *H2Haul* ima za cilj dopremiti teretna vozila na vodikov pogon u širu uporabu. U suradnji sa dva velika europska proizvođača teretnih vozila IVECO i VDL do kraja 2023. godine puštaju u promet flotu od 16 tegljača koja u sebi imaju motor s vodikovim gorivnim ćelijama diljem Belgije, Francuske, Njemačke i Švicarske uz izgradnju šest stanica za punjenje vodikom od kojih su dvije operativne i nalaze se u Švicarskoj. [28]



Slika 19. Tegljač na vodikov pogon iz projekta H2Haul

[28]

Švedska megakompanija Volvo također se uključila u razvoj teretnih vozila na električni pogon pomoću vodikovih gorivnih ćelija. Početkom 2022. godine počeli su testirati vozila čija bi baterija imala doseg do 1000 km prije potrebe za punjenjem koje bi trajalo manje od 15 minuta. Ukupna masa može biti i do 65 tona, a dvije gorivne ćelije moći će generirati 300 kw struje tokom vožnje što je velika prednost za putovanje kroz države koje imaju limitiranu mogućnost punjenja baterija. [29]



Slika 20. Električni kamion na vodikove gorivne ćelije marke Volvo

[29]

5. ZAKLJUČAK

Analizom podataka dobivenih preko Eurostata, statističkog ureda Europske Unije može se dati zaključiti kako je unazad četiri godine javni cestovni teretni promet u konstantnom porastu te se iznimno dobro oporavlja od razdoblja COVID-19 koji je uzdrmao globalno gospodarstvo u svim aspektima pa tako i u javnom cestovnom prometu. Provedene analize nam pokazuju konstantan porast broja cestovnih teretnih vozila unazad tri godine.

Najveći broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone su vozila pogonjena na dizel, isključujući hibride, čiji se broj nakon značajnog pada u 2020. godini od -1,14% u odnosu na 2019. godinu, povisio za +0,81% u 2021., te za 0,7% u 2022. godini i tako dosegao broj od 2.800.933 vozila.

Isto tako, broj cestovnih teretnih vozila pogonjenih električnom energijom nakon pada od -3.78% u 2020. godini, doživio je izniman porast u 2021. od +35.66% te isto tako u 2022. godini od +43,8%. Na temelju ovog podatka, može se uočiti jedan od trendova razvitka cestovnih teretnih vozila u sferi korištenja alternativnih izvora energije, a to su vozila pogonjena električnom energijom. Njemačka, kao glavni nosioc ovog trenda, 2022. godine umalo je utrostručila svoj vozni park pogonjen električnom energijom te je on iznosio 3.353 vozila što je zapravo više od pola, točnije 55,76% ukupnog broja teretnih motornih vozila na električni pogon dobiven analizom izabраниh država u Europi.

Prema podacima sa Eurostata, Poljska pokazuje golemu dominaciju kada je riječ o cestovnim teretnim vozilima na alternativne izvore energije. Njen vozni park sadrži 169.871 vozila što je 88,46% od ukupnog broja teretnih vozila na alternativne izvore energije dobiven analizom u ovom radu.

Završna analiza ukupnog broja svih cestovnih teretnih motornih vozila bez obzira na vrstu pogona nam opetovano pokazuje porast ukupnog broja vozila u 2022. godini. Bez obzira na pad ukupnog broja vozila u 2020. godini od -0.69% u odnosu na prethodnu 2019., gdje je taj broj iznosio 3.391.857 vozila, već u 2021. bilježi se porast od +0,95% u odnosu na prethodnu dok se u 2022. godini bilježi rast od +0,8% te ukupan broj vozila iznosi 3.065.747 vozila.

Hrvatska od 2011. – 2022. godine ima prosječnu godišnju stopu rasta u svim tipovima cestovnih teretnih vozila. Najveći porast pokazuje kada je riječ o cestovnim tegljačima.

Naime, Hrvatska je 2011. godine brojala 8.223 cestovna tegljača dok u 2022. taj broj iznosi 15.371, što je pozitivna prosječna godišnja stopa od +5,85%. Ukupan broj svih cestovnih teretnih motornih vozila 2011. iznosio je 185.152, dok se taj broj u 2022. godini povisio na 281.075 što je pozitivna prosječna godišnja stopa od +3,87%.

Trendovi razvitka cestovnih motornih vozila u javnom teretnom prometu leže u primjeni alternativnih oblika energija poput električne energije ili vodikovih gorivih ćelija. Pravi primjer toga je eHighway koji je inovacijom spajanja dva moda prijevoza, željezničkog i cestovnog, pronašao rješenje za dekarbonizaciju cestovnog teretnog prometa čiji je ekološki „footprint“ globalna tema u svrhu očuvanja okoliša i smanjenju efekta staklenika. Jednako tako, rješava se i problem dometa električnih teretnih vozila jer se pomoću pantografa preko kojeg se vozilo pogoni istovremeno puni električna baterija priključenog vozila.

Kada je riječ o upotrebi vodika kao pogonskog goriva kod cestovnih teretnih vozila, govori se o vrlo potentnom gorivu koji je tek u eksperimentalnoj fazi. Vodik je gorivo vrijedno daljnog istraživanja i usavršavanja, posebice radi svoje iznimne energetske učinkovitosti, no visoki trošak dobivanja vodika kroz elektrolizu te njegova visoka reaktivnost odvraća kompanije od ulaganja u ovakvu vrstu pogonskog goriva. Vodik ima nevjerojatan potencijal te mnogi upravo za njega misle da je on gorivo budućnosti, no samo nam i budućnost može pokazati hoće li se to stvarno realizirati ili će se pojaviti nekakav novi, bolji način dobivanje energije koji će revolucionirati prometnu industriju, a posljedično i javni cestovni teretni promet.

LITERATURA

- [1] Zavada J. : Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2000.
- [2] <https://tahografi.com.hr/2015/01/22/dopustene-dimenzije-teretnih-vozila-u-europi/>
[pristupljeno 22.08.2023.]
- [3] Božičević D., Kovačević D. : Suvremene transportne tehnologije, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.
- [4] Rajsman, M. : Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2002.
- [5] Županović I. : Tehnologija cestovnog prijevoza, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2002. ([http://e-student.fpz.hr/Predmeti/T/Tehnologija_cestovnog_prometa_\(1\)/Materijali/I_Zupanovic-Tehnologija_cestovnog_prijevoza_52.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/T/Tehnologija_cestovnog_prometa_(1)/Materijali/I_Zupanovic-Tehnologija_cestovnog_prijevoza_52.pdf)) [pristupljeno 25.08.2023.]
- [6] http://e-student.fpz.hr/Predmeti/O/Osnove_tehnologije_prometa/Materijali/Nastavni_materijal_OT_P_-_TCP.pdf [pristupljeno 20.06.2023]
- [7] <https://www.meisterdrucke.ie/fine-art-prints/French-School/426480/Internal-combustion-engine-designed-by-Etienne-Lenoir-%281822-1900%29-1860-%28metal%29.html> [pristupljeno 20.08.2023.]
- [8] https://fr.wikipedia.org/wiki/Tonneau_%28hippomobile%29 [pristupljeno 08.08.2023]
- [9] Zakon o sigurnosti prometa na cestama, Članak 2., stavak 33., NN, br. 67/08.
- [10] Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama, Članak 2., stavak 1., NN, br. 51/10.
- [11] <https://autostart.24sata.hr/auto/ovo-je-top-5-dostavnih-vozila-koje-se-mogu-naci-na-hr-trzistu-5241> [pristupljeno 20.06.2023.]
- [12] <https://www.vw-gospodarska-vozila.hr> [pristupljeno 20.06.2023.]

- [13] https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20180409_121847_sakan_5.IM.T.2018.Predavanje.5.pdf [pristupljeno 08.07.2023]
- [14] <https://www.sibensko-kninska-zupanija.hr/arhiva-novosti/prometno-tehnika-kola-ibenik-dobila-novi-kamion-za-obuku-uenika-buduih-vozaa/2205.html> [pristupljeno 06.06.2023.]
- [15] <https://www.mascus.hr/transport/kamioni-hladnjace/man-tgx26-440/em8pnkex.html> [pristupljeno 21.05.2023.]
- [16] <https://fliegl-trailer.com> [pristupljeno 22.05.2023.]
- [17] <https://www.kamion-bus.hr/3843/nova-generacija-tandema> [pristupljeno 25.06.2023.]
- [18] <https://ryder.com/used-trucks/vehicles/trailers> [pristupljeno 27.06.2023.]
- [29] <https://www.condion.net/condion/poluprikolica-3-osovine-mega-razvlacenje/>
- [20] <https://niewiadow.pl/en/przyczepy/tipping-trailers/> [pristupljeno 22.05.2023.]
- [21] <https://baxle.co.uk/feber-uk/> [pristupljeno 01.07.2023.]
- [22] <https://onewabash.com/products/trailers> [pristupljeno 15.07.2023.]
- [23] <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230725-1>
- [24] http://ss-ekonomskaiupravna-st.skole.hr/upload/ss-ekonomsko-birotehnicka-st/images/static3/1035/File/PRILOG%202_6.pdf [pristupljeno 31.08.2023.]
- [25] <https://www.transportenvironment.org/discover/electric-trucks-take-charge/> [pristupljeno 31.08.2023.]
- [26] <https://www.mobility.siemens.com/us/en/portfolio/ehighway.html> [pristupljeno 30.08.2023.]
- [27] <https://www.renovablesverdes.com/hr/kako-radi-vodikov-motor/> [pristupljeno 29.08.2023.]
- [28] <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/heavy-duty-trucks-drive-clean-hydrogen-next-level> [pristupljeno 31.08.2023.]

[29] <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2022/jun/volvo-trucks-showcases-new-zero-emissions-truck.html> [pristupljeno 31.08.2023.]

POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 1. . Dopuštene dimenzije teretnih vozila u zemljama Europe | 5 |
| Tablica 2. Broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone pogonjenih dizelom (isključujući hibride) za promatrane države u razdoblju od 2019. – 2022. godine | 24 |
| Tablica 3. Stopa godišnje promjene cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone pogonjenih dizelom (isključujući hibride) za promatrane države u razdoblju od 2019. – 2022. godine | 27 |
| Tablica 4. Broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone na električni pogon za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine | 28 |
| Tablica 5. Stopa godišnje promjene cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone na električni pogon za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine..... | 30 |
| Tablica 6. Broj cestovnih teretnih vozila na alternativne izvore za promatrane države u Europi energije u razdoblju od 2019. – 2021. godine | 32 |
| Tablica 7. Stopa godišnje promjena cestovnih teretnih motornih vozila na alternativne izvore energije promatranih zemalja u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine | 34 |
| Tablica 8. Ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2021. godine godine..... | 36 |
| Tablica 9. Stopa godišnje promjene ukupnog broja cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019.-2022. godine..... | 38 |
| Tablica 10. Ukupan broj prikolica promatranih zemalja Europe u razdoblju od 2019. - 2022. godine | 40 |
| Tablica 11. Stopa godišnje promjene broja prikolica za promatrane države u razdoblju od 2019. - 2022. godine | 44 |
| Tablica 12. Broj poluprikolica za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. -2022. godine | 46 |
| Tablica 13. . Stopa godišnje promjene broja poluprikolica za promatrane države u Europi u 2020. i 2021. godini..... | 48 |
| Tablica 14. Broj cestovnih teretnih vozila u RH u razdoblju od 2011. do 2022. godine | 51 |

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1. Cugnot-ova trokolica na parni pogon..... | 2 |
| Slika 2. Lenoir-ov dvotaktni motor (slika lijevo) i vozilo „Hippomobile“ (slika desno)..... | 3 |
| Slika 3. Malo dostavno vozilo | 9 |
| Slika 4. Kombi vozilo..... | 9 |
| Slika 5. Kamion bez prikolice s dvije osovine | 11 |
| Slika 6. Kamion bez prikolice s tri osovine..... | 12 |
| Slika 7. Kamion s dvije osovine u kombinaciji s prikolicom s dvije osovine..... | 13 |
| Slika 8. Kamion s tri osovine u kombinaciji s prikolicom s dvije osovine | 14 |
| Slika 9. Tegljač s dvije osovine u kombinaciji s prikolicom s tri osovine | 15 |
| Slika 10. Tegljač s tri osovine u kombinaciji s prikolicom s tri osovine..... | 15 |
| Slika 11. Jednoosovinska prikolica | 17 |
| Slika 12. Dvoosovinska upravljiva prikolica..... | 18 |
| Slika 13. Poluprikolica hladnjača | 20 |
| Slika 14. Plato poluprikolica | 20 |
| Slika 15. Poluprikolica za prijevoz DEF-a (Diesel Exhaust Fluid)..... | 21 |
| Slika 16. Cestovni teretni promet po tromjesečju te vrsti operacije u EU za razdoblje od 2018. – 2022. godine | 22 |
| Slika 17. Postotak teretnih vozila s nultom emisijom koja prednjače nad teretnim vozilima s dizelskim motorom od 2020. – 2040. godine..... | 55 |
| Slika 18. . Shema infrastrukture za električno napajanje teretnog vozila tokom vožnje..... | 57 |
| Slika 19. Tegljač na vodikov pogon iz projekta H2Haul | 59 |
| Slika 20. Električni kamion na vodikove gorivne ćelije marke Volvo..... | 60 |

POPIS GRAFIKONA

| | |
|--|----|
| Grafikon 1. Ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone na dizel pogon promatranih zemalja u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine | 25 |
| Grafikon 2. Zastupljenost cestovnih teretnih motornih vozila na dizel u zemljama Europe u 2022. godini | 26 |
| Grafikon 3. Promatrane države u Europi s najvećim brojem cestovnih teretnih motornih vozila na električni pogon u 2022. godini | 29 |
| Grafikon 4. Promatrane države s najvećim relativnim porastom broja cestovnih teretnih motornih vozila na električni pogon u 2022. godini..... | 31 |
| Grafikon 5. Ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila na alternativne izvore energije promatranih zemalja u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine | 33 |
| Grafikon 6. Države s najvećim relativnim porastom broja cestovnih teretnih motornih vozila na alternativne izvore energije promatranih država u Europi u 2022. godini..... | 35 |
| Grafikon 7. . Ukupan broj cestovnih teretnih motornih vozila težih od 3,5 tone za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine | 37 |
| Grafikon 8. Ukupan broj prikolica za promatrane države Europe u razdoblju od 2019. - 2022. godine | 41 |
| Grafikon 9. Promatrane države s najvećim brojem prikolica u razdoblju od 2019. - 2022. godine | 42 |
| Grafikon 10. Broj prikolica preostalih država u razdoblju od 2019. - 2022. godine..... | 43 |
| Grafikon 11. Države s najvećom stopom porasta broja prikolica u 2020. i 2021. godini ... | 45 |
| Grafikon 12. Ukupan broj poluprikolica za promatrane države u Europi u razdoblju od 2019. – 2022. godine | 47 |
| Grafikon 13. Države s najvećom relativnom stopom porasta broja poluprikolica u razdoblju od 2019. – 2022. godine | 49 |
| Grafikon 14. Države s najmanjom relativnom stopom rasta broja poluprikolica u razdoblju od 2019. - 2022. godine | 50 |
| Grafikon 15. Broj kamiona u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2011. - 2022. godine ... | 52 |
| Grafikon 16. . Broj cestovnih tegljača u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2011. - 2022. godine | 53 |
| Grafikon 17. Broj priključnih vozila u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2011. - 2022. godine | 54 |

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ završni rad _____

(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom _____ Stanje i razvitak cestovnih vozila u javnom teretnom prometu _____, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, _____02.05.2024._____

____Mato Tadić_____

(ime i prezime, potpis)